

# **SKRIPSI**

## **“ANALISA VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG POLIKLINIK DAN KEDOKTERAN HEWAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG”**



**Disusun Oleh :**

**LAURENSIUS MESSA GORING**

**09.21.028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2014**

**“ANALISA VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
GEDUNG POLIKLINIK DAN KEDOKTERAN HEWAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG”**

Oleh : Laurensius Messa Goring (09.21.028)

Dosen Pembimbing I : Ir. H. Edi Hargono D.P., MS , Pembimbing II : Lila Ayu Ratna W.,ST.,MT

---

**ABSTRAKSI**

Rekayasa Nilai merupakan salah satu metode atau teknik pengendalian biaya. Teknik ini menggunakan pendekatan dengan menganalisa antara nilai dengan fungsinya dimana proses yang ditempuh adalah menekan pengurangan biaya dengan tetap memperhatikan fungsinya. Penulisan tugas akhir ini menggunakan metode perbandingan dengan membandingkan desain struktur atas awal dengan desain struktur atas penulis.

Pada penulisan skripsi ini metodologi rekayasa nilai yang dipergunakan adalah berdasarkan rencana kerja rekayasa nilai yang terdiri dari tahap informasi, tahap spekulatif, tahap analisa, dan tahap rekomendasi. Tahap informasi meliputi informasi umum, bagan biaya (*cost model*), breakdown biaya, analisa fungsi. Tahap analisa meliputi analisa keuntungan dan kerugian, analisa *life cycle cost*, dan AHP. Analisa biaya pekerjaan atap nantinya akan didukung dengan perhitungan design, sehingga tidak mengurangi mutu struktur atap tersebut. Statika atap Gedung Poliklinik dan Kedokteran Universitas Brawijaya Malang dihitung secara tiga dimensi dengan menggunakan program bantu teknik sipil yaitu Staad Pro 2004 untuk mempermudah dan mempercepat dalam perhitungan analisa struktur agar mendapat optimasi dimensi profil yang diinginkan.

Bedasarkan hasil analisa tugas akhir ini pada pekerjaan atap diperoleh Baja Profil WF dan Gording Profil Canal adalah yang direkomendasikan dengan harga yang dihasilkan sebesar Rp.109.194.130 dari harga semula. Sehingga usulan yang layak digunakan untuk desain struktur atas Gedung Poliklinik dan Kedokteran Universitas Brawijaya Malang adalah dimensi Profil Baja WF dengan section profil 200x200x8x12 dan Gording Profil Canal 200x90x8.

**Kata Kunci : Optimal, Efisien, Penghematan Biaya**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahman-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi dengan judul “Analisa Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung Poliklinik dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang” ini dengan baik. Pada kesempatan ini pula penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT. selaku Dekan FTSP ITN Malang.
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
4. Ibu Lila Ayu Ratna W., ST., MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang dan Dosen Pembimbing Skripsi Bidang Managemen Konstruksi.
5. Bapak Ir. H. Edi Hargono D.P., MS. selaku Dosen Pembimbing Skripsi Bidang Managemen Konstruksi.
6. Orang Tua yang telah memberikan dorongan moril dan materiil.
7. Teman-teman atas dukungan dan kerjasamanya .

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih ada kekurangan. Untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dan semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Malang, September 2014

Penyusun

## DAFTAR ISI

### LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAKSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Maksud dan Tujuan .....	4
1.6 Manfaat .....	5
BAB II DASAR TEORI .....	6
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Arti dan Maksud Rekayasa Nilai (Value Engineering) .....	7
2.3 Unsur-unsur Utama Rekayasa Nilai .....	8
2.4 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai .....	8
2.5 Mengapa Perlu Rekaya Nilai.....	9
2.6 Rencana Kerja Rekayasa Nilai .....	10
2.6.1 Tahap Informasi .....	11
2.6.2 Tahap kreatifitas/Spekulasi .....	15
2.6.3 Tahap Analisa .....	15

2.6.3.1	Analisa Keuntungan dan Kerugian .....	16
2.6.3.2	Analisa Biaya .....	17
2.6.3.3	Analisa Non Biaya .....	20
2.6.4	Tahap Proposal/Rekomendasi .....	22
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1	Konsep Penelitian .....	24
3.2	Data penelitian .....	24
3.3	Tahap Rekayasa Nilai .....	25
3.3.1	Tahap Informasi .....	25
3.3.2	Tahap Spekulasi .....	26
3.3.3	Tahap Analisa .....	27
3.3.3.1	Tahap Analisa Keuntungan dan Kerugian .....	27
3.3.3.2	Pengukuran Alternatif dan Penilaian Alternatif .....	27
3.4	Tahap Proposal/Usulan .....	32
<b>BAB IV</b>	<b>KAJIAN VALUE ENGINEERING .....</b>	<b>34</b>
4.1	Tahap Informasi .....	34
4.1.1	Data Proyek .....	34
4.1.2	Pemilihan Item Pekerjaan .....	35
4.1.2.1	Identifikasi Item Pekerjaan.....	35
4.2	Tahap Spekulasi .....	42
4.2.1	Alternatif Desain Yang Dimunculkan .....	44
4.3	Tahap Analisa .....	44
4.3.1	Analisa Keuntungan dan Kerugian dari Alternatif .....	44
4.3.2	Melakukan Seleksi Terhadap Alternatif yang akan Diajukan	46
4.3.3	Perhitungan Analisa Struktur .....	47

4.3.3.1 Perhitungan Pembebanan .....	47
4.3.3.2 Perhitungan Panjang Batang .....	47
4.3.3.3 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda .....	48
4.3.3.4 Perencanaan Dimensi Usulan A .....	70
4.3.3.5 Perencanaan Dimensi Usulan B .....	70
4.3.4 Analisa Penilaian dengan Kriteria Biaya (LCC) .....	71
4.3.5 Analisa Penilaian dengan Kriteria Non Biaya .....	77
4.4 Tahap Rekomendasi / Penyajian .....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	84
5.1 Kesimpulan .....	84
5.2 Saran .....	85

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Struktur Hierarki Lengkap .....	29
Gambar 3.2. Bagan Alir (Flowchart) .....	33
Gambar 4.1. Cost Model Pekerjaan Atap .....	36
Gambar 4.2. Diagram FAST Pasangan Kuda-kuda .....	39
Gambar 4.3. Diagram FAST Pasangan Gording .....	41
Gambar 4.4. Panjang Batang Kuda-kuda .....	48
Gambar 4.5. Beban Kuda-kuda .....	49
Gambar 4.6. Panjang Pembebanan Atap Ke Gording .....	49
Gambar 4.7. Beban Atap Disetiap Gording .....	50
Gambar 4.8. Beban Atap Pada Setiap Simpul .....	51
Gambar 4.9. Beban Gording .....	52
Gambar 4.10. Beban Gording Pada Simpul .....	53
Gambar 4.11. Beban Kuda-kuda .....	55
Gambar 4.12. Panjang Pembebanan Atap Ke Gording .....	55
Gambar 4.13. Beban Atap Disetiap Gording .....	56
Gambar 4.14. Beban Atap Pada Setiap Titik Simpul .....	57
Gambar 4.15. Beban Gording .....	58
Gambar 4.16. Beban Gording Pada Simpul .....	59
Gambar 4.17. Beban Angin .....	60
Gambar 4.18. Beban Angin Bekerja Pada Gording .....	65
Gambar 4.19. Beban Anngin Bekerja Pada Simpul .....	65
Gambar 4.20. Beban Hidup Yang Bekerja Pada Gording .....	65
Gambar 4.21. Beban Hidup Yang Bekerja Pada Simpul .....	67
Gambar 4.22. Struktur Hierarki Lengkap .....	78

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Form Informasi/Data .....	12
Tabel 2.2.	Form Data-data Teknis Proyek .....	12
Tabel 2.3.	form Analisa fungsi.....	14
Tabel 2.4.	Komponen-komponen Biaya total .....	17
Tabel 2.5.	Form Proposal .....	23
Tabel 3.1.	Breakdown Cost Modal .....	25
Tabel 3.2.	Analisa Fungsi .....	26
Tabel 3.3.	Analisa Keuntungan dan Kerugian .....	27
Tabel 3.4.	Pertimbangan Kriteria Terhadap Tujuan .....	28
Tabel 3.5.	Skala Penilaian Pasangan .....	30
Tabel 3.6.	Metode Analytic Hierarchy Process untuk Menentukan Bobot .	31
Tabel 3.7.	Analisa Pengambilan Keputusan .....	31
Tabel 3.8.	Skala Likers .....	32
Tabel 4.1.	Breakdown Pekerjaan Atap .....	37
Tabel 4.2.	Analisa Cost Worth Pasangan Kuda-kuda .....	40
Tabel 4.3.	Analisa Cost Worth Pasangan Gording .....	42
Tabel 4.4.	Alternatif Desain yang Dimunculkan .....	44
Tabel 4.5.	Analisa Keuntungan dan Kerugian .....	44
Tabel 4.6.	Alternatif Desain yang Dapat Dilaksanakan .....	46
Tabel 4.7.	Total Akibat Beban Sendiri .....	54
Tabel 4.8.	Total Akibat Beban Sendiri .....	59
Tabel 4.9.	Dimensi Baja WF (Usulan A) .....	70
Tabel 4.10.	Dimensi Baja Canal (Usulan A) .....	70



Tabel 4.11.	Dimensi Baja WF (Usulan B) .....	70
Tabel 4.12.	Dimensi Baja Lip Channel (Usulan B) .....	70
Tabel 4.13.	Perhitungan RAB dengan Usulan A .....	72
Tabel 4.14.	Biaya Maintenance dengan Usulan A .....	72
Tabel 4.15.	Perhitungan RAB dengan Usulan B .....	73
Tabel 4.16.	Biaya Maintenance dengan Usulan B .....	73
Tabel 4.17.	Perbandingan Analisa biaya Pekerjaan Atap .....	74
Tabel 4.18.	Hasil Penilaian Nilai FV .....	77
Tabel 4.19.	Skala Penilaian Pasangan.....	79
Tabel 4.20.	Penentuan Bobot Kriteria.....	80
Tabel 4.21.	Perbandingan Kriteria .....	80
Tabel 4.22.	Normalisasi Kriteria.....	81
Tabel 4.23.	Bobot Prioritas Global .....	81
Tabel 4.24.	Hasil Perbandingan Analisa Pemilihan Alternatif dengan Biaya dan Non Biaya .....	82



1 : 100







**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2**  
**Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km-2**  
**Email : [itn@ac.id](mailto:itn@ac.id) Website: <http://www.itn.ac.id>**

---

**PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Laurensius Messa Goring  
NIM : 09.21.028  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul:

**“ANALISA VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
GEDUNG POLIKLINIK DAN KEDOKTERAN HEWAN UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA MALANG”**

Adalah hasil karya saya sendiri serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang tidak disebutkan dari sumber lainnya.

Malang, September 2014

Yang Membuat Pernyataan



Laurensius Messa Goring

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
POLIKLINIK DAN KEDOKTERAN HEWAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

**SKRIPSI**

**Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang**

**Strata satu (S-1)**

**Pada Hari : Selasa**

**Tanggal : 19 Agustus 2014**

**Dan diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan**

**Guna memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**Disusun Oleh :**

**LAURENSIUS MESSA GORING**

**09.21.028**

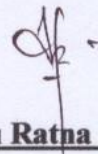
**Disahkan Oleh:**

**Ketua**



**Ir. A. Agus Santosa.,MT**

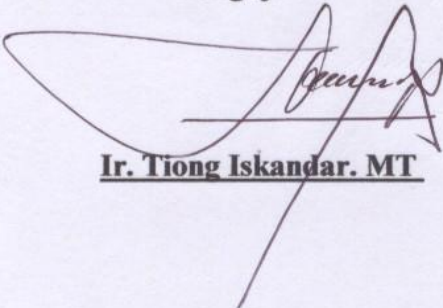
**Sekretaris**



**Lila Ayu Ratna W. ST.,MT**

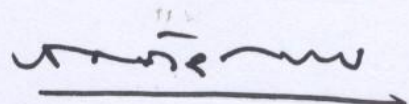
**Anggota Penguji:**

**Penguji I**



**Ir. Tiong Iskandar. MT**

**Penguji II**



**Ir. H. Sudirman Indra, MS**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2014**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**ANALISA VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
POLIKLINIK DAN KEDOKTERAN HEWAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

**Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar**

**Sarjana Teknik Sipil S-1**

**Institut Teknologi Nasional Malang**

**Disusun Oleh :**

**LAURENSIUS MESSA GORING**

**09.21.028**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. H. Edi Hargono D.P., MS**

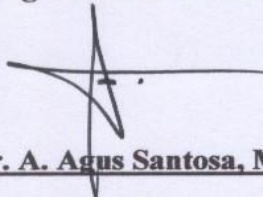
**Dosen Pembimbing II**



**Lila Ayu Ratna W. ST., MT**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**



**Ir. A. Agus Santosa, MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2014**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Aspek-aspek dalam merencanakan suatu konstruksi yang sangat kompetitis pada masa sekarang ini sangatlah menuntut ketepatan, keefektifan, efesiensi, dan ekonomis dalam menganalisa suatu proyek. Didalam dunia proyek konstruksi banyak sekali hal-hal yang biasa dilakukan salah satunya adalah pengendalian biaya.

Dalam pengendalian biaya dapat dilakukan upaya-upaya agar realisasi biaya yang terjadi sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan dan tidak berlebihan, seperti upaya penekanan biaya yaitu melakukan penghematan tanpa mengurangi kuantitas maupun kualitas. Oleh karena itu dalam perencanaan suatu konstruksi harus mempunyai suatu teknik yang memiliki potensi keberhasilan cukup besar dalam mengendalikan biaya yaitu teknik Rekayasa Nilai (Value Engineering) yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu, tanpa merubah fungsi.

Rekayasa Nilai adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah.

Anggaran biaya suatu proyek yang memiliki nilai besar terhadap beberapa segmen pekerjaan yang biaya pengerjaannya memiliki pengaruh yang besar pada biaya proyek secara keseluruhan biaya pada segmen-segmen pekerjaan tersebut

dipengaruhi dari beberapa aspek, diantaranya dapat dilihat dari segi bahan material, cara pengerjaan, jumlah tenaga kerja, waktu pelaksanaan.

Aspek pembiayaan yang besar menjadi pusat perhatian untuk dilakukan analisa kembali dengan tujuan untuk mencari penghematan. Hal tersebut memunculkan alternatif-alternatif yang dapat menjadi dasar pemikiran untuk melakukan kajian yang sifatnya tidak mengoreksi kesalahan-kesalahan yang dibuat perencana maupun mengoreksi perhitungannya namun lebih mengarah pada penghematan biaya yang diperoleh dari modifikasi terhadap elemen bagian gedung. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu kajian Value Engineering agar biaya-biaya dan usaha-usaha yang tidak diperlukan atau tidak mendukung dapat dihilangkan sehingga nilai atau biaya proyek tersebut dapat berkurang.

Banyak kegiatan Value Engineering yang berhasil menurunkan biaya dari suatu proyek secara drastis, dan menghasilkan penghematan biaya bagi pemilik proyek. Setiap orang tertarik untuk menghemat biaya dan mencari investasi yang dapat menghasilkan pengembalian investasi yang sebesar-besarnya. Untuk mencapai manfaat yang maksimal dari sumber daya yang terbatas, maka kita harus memanfaatkan sedapat mungkin satu-satunya sumber daya yang tidak terbatas, yaitu kemampuan kita dalam berpikir secara kreatif. Dengan mengambil manfaat dari kemajuan teknologi dalam pemilihan material dan metode pelaksanaan dan dengan mengaplikasikan kemampuan kreatif kita pada setiap perencanaan dalam batas-batas tertentu, maka kita dapat mengatasi peningkatan biaya konstruksi yang sangat pesat.

Berdasarkan uraian diatas penulis bermaksud menerapkan Rekaya Nilai (Value Engineering) pada pekerjaan atap *Proyek Gedung Poliklinik dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang*. Penulisan skripsi ini sebagai pembanding



desain awal dengan desain usulan dari penulis untuk mencari nilai yang paling efisien dan ekonomis.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Gedung Poliklinik dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang yang terletak di Puncak Dieng, Kecamatan Dau, Gedung ini terdiri dari 5 lantai dimana bangunan ini difungsikan sebagai ruang laboratorium dan poliklinik hewan dan juga sebagai ruang kuliah.

Pada perencanaan atap gedung Poliklinik dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang ini direncanakan menggunakan material baja profil WF. Berdasarkan data hasil diatas, maka didapat ide-ide alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti material aslinya tanpa mengurangi mutu maupun kekuatan struktur. Hal yang menambah biaya tanpa menambah fungsi, diharapkan untuk dihilangkan.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Masalah yang akan dibahas disini adalah:

1. Apa saja item pekerjaan atap gedung yang dapat dilakukan Value Engineering?
2. Apakah alternatif terbaik yang dapat menggantikan material awal pada item pekerjaan terpilih?
3. Berapakah besar penghematan biaya pekerjaan struktur atap sesudah dilakukan Value Engineering?

#### **1.4 Batasan Masalah**

Mengingat begitu luasnya penerapan rekayasa nilai dalam proyek konstruksi, maka dalam hal ini pembahasan perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Objek kajian dalam studi ini adalah Proyek Pembangunan Gedung Poliklinik dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang.
2. Pekerjaan yang ditinjau hanya sebatas atap.
3. Value Engineering dicoba diterapkan pada struktur atap.
4. Analisa struktur menggunakan program STAAD Pro.
5. Dasar perhitungan analisa kerja menggunakan daftar harga satuan pokok pekerjaan terbaru, analisa satuan sesuai dengan SNI.

#### **1.5 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah merencanakan suatu sistem struktur yang lebih ekonomis dari desain sistem struktur yang ada.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan item pekerjaan atap dari gedung poliklinik dan kedokteran hewan universitas brawijaya malang yang akan dilakukan Value Engineering
2. Mendapatkan alternatif-alternatif terbaik untuk mengganti material awal pada item pekerjaan atap terpilih.
3. Mendapatkan besar penghematan biaya yang tercapai sesudah dilakukan Value Engineering pada pekerjaan struktur atap.

## **1.6 Manfaat**

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui alternatif mana yang lebih hemat pada perencanaan struktur bangunan, sehingga biaya yang dikeluarkan proyek dalam pembangunan tidak terlalu besar tetapi tetap memelihara kualitas yang diinginkan.
2. Menerapkan teori yang sudah didapat pada pelaksanaan di lapangan untuk meminimalisir biaya tetapi tetap menjaga mutu.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Pada penulisan ini penulis mengambil beberapa tulisan dan jurnal yang terkait dengan bahasan yang akan penulis angkat dalam penelitian ini. Adapun maksud dan tujuan dari hal tersebut adalah untuk memudahkan penyusunan penelitian ini.

**Abdalia**, Penerapan Value Engineering Pada Perencanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Gudang PT. Gudang Garam Pandaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Pada penulisan ini metode yang digunakan adalah analisa keuntungan dan kerugian dan biaya. Pada tulisan ini yang dibahas adalah merubah desain awal yang semula menggunakan profil WF 400.400.45.7 dan menggantikannya dengan profil castela 300.300.11.7 sehingga didapat penghematan biaya sebesar Rp. 1.383.660.000,.

**Dewandaru Aditia Suminar**, Penerapan Rekayasa Nilai Pada Proyek Pembangunan Gudang Garasi DPU Kabupaten Tulungagung, Intitut Teknologi Nasional Malang, 2012. Pada penulisan ini metode yang digunakan adalah metode biaya dan non biaya yaitu membandingkan desain awal dengan desain usulan dengan beberapa alternatif-alternatif usulan dari penulis. Pada penulisan ini penulis memberikan dua alternatif usulan yang awalnya menggunakan kuda-kuda profil WF dengan kuda-kuda profil castela dan pipa baja. Hasil yang diperoleh adalah untuk non biaya digunakan profil castela sedangkan kriteria biaya menggunakan profil pipa baja dengan penghematan sebesar Rp.49.093.748,50.

**Retno Wulansari**, Analisa Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Lapangan futsal Universitas Widyagama Malang, Intitut Teknologi Nasional Malang. Pada penulisan ini metode yang digunakan analisa biaya dan non biaya yaitu membandingkan desain awal dan desain usulan. Pada penulisan ini penulis memberikan dua alternatif usulan yang awalnya menggunakan kuda-kuda profil WF dengan kuda-kuda profil castela dan pipa baja. Hasil yang diperoleh adalah untuk non biaya digunakan profil castela sedangkan kriteria biaya menggunakan profil pipa baja, sehingga dari kriteria non biaya digunakan profil kuda-kuda WF sedangkan dari kriteria biaya digunakan profil pipa baja. Sehingga penghematan yang didapat adalah Rp.49.144.928,84.

Pada penulisan skripsi ini yang membedakan dengan penelitian yang pernah dilakukan diatas adalah metode yang digunakan pada penelitian. Dimana penulis menggabungkan dua metode yang digunakan pada penelitian terdahulu yaitu metode analisa keuntungan dan kerugian serta metode analisa biaya dan non biaya.

## **2.2 Arti dan Maksud Rekayasa Nilai (Value Engineering)**

Rekayasa Nilai adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis). Rekayasa Nilai bermaksud memberikan sesuatu yang optimal bagi sejumlah uang yang dikeluarkan dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produk. Rekayasa nilai akan membantu membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan, dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan (meninggalkan yang tidak perlu) dengan biaya terendah. (Soeharta, 2001)

### **2.3 Unsur-unsur Utama Rekayasa Nilai**

Value engineering mempunyai kemampuan yang dapat digunakan sebagai alat bagi value analysis. Kemampuan itu dikenal sebagai unsur-unsur utama dari Value Engineering (Key Element Of Value Engineering) (Dell' Isola, Alphonse J, 1975).

Unsur-unsur utama tersebut adalah sebagai berikut:

1. Analisa Fungsi (Function Analysis)
2. Cost Model
3. Biaya Siklus Hidup (The Life Cycle Costing)
4. Matriks Evaluasi
5. Funcsional Analysis Engineering (FAST)
6. Rencana Kerja Value Engineering (VE Job Plan)
7. Kreatifitas
8. Cost and worth
9. Human Dynamics (Kebiasaan, Penghalang, dan Sikap)
10. Keserasian hubungan antara pemberi tugas, konsultan perencana dan konsultan

Value Engineering

Unsur-unsur di atas disertakan didalam penerapan Value Engineering studi untuk suatu proyek.

### **2.4 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai**

Secara teoritis, program Value Engineering diaplikasikan pada setiap saat, sepanjang waktu berlangsungnya proyek itu dari awal hingga selesai pelaksanaan pembangunan proyek, bahkan sampai pada penggantian (Replacement). Seringkali proyek telah berjalan tanpa diadakan Value Study. Hal yang demikian ini seharusnya tidak terjadi, sehingga penting sekali bagi konsultan Value Engineering untuk

menjamin dan meyakinkan bahwa setiap proyek akan dapat mencapai penghematan biaya melalui usaha Value Engineering. Lebih praktis apabila Value Engineering dapat diaplikasikan pada saat tertentu dalam tahap perencanaan untuk mencapai hasil yang maksimal. Waktu sangatlah penting sekali secara umum dapat dikatakan bahwa program Value Engineering harus dimulai sejak tahap konsep dan secara kontinue pada setiap tahap sampai selesai.

## **2.5 Mengapa Perlu Rekayasa Nilai**

Setiap orang tertarik untuk menghemat biaya, setiap orang berusaha mencari suatu investasi yang dapat menghasilkan pengendalian investasi yang sebesar-besarnya. Ketika pertama kalinya Value Engineering study diperkenalkan tidak ada orang yang menduga bahwa penghematan demikian besar sehingga konsep dari Value Engineering ini menyebar dengan pesatnya.

Program Value Engineering adalah “Proven Technique” yang dipakai untuk mengatasi biaya yang tidak diperlukan.

Ada beberapa alasan mengapa perlu diterapkan rekayasa nilai pada proyek antara lain sebagai berikut:

1. Seorang perencana memiliki hasrat untuk kreatif, inovatif dan memberikan hasil yang memuaskan dan biasanya menimbulkan biaya yang tinggi.
2. Pengalaman dan pendidikan yang mempengaruhi struktur dan cara berpikir dari perencana.
3. Setiap orang memiliki pandangan sendiri-sendiri terhadap kualitas dan sering kali pandangan mereka berbeda satu sama lain.

4. Keperluan yang tidak realistis menentukan hal-hal yang benar-benar sangat diperlukan dalam suatu proyek membutuhkan keahlian khusus dan pengalaman yang belum tentu dimiliki oleh pemilik.
5. Perkembangan teknologi yang sangat cepat menjadikan perencanaan dan metode yang dipakai jauh tertinggal.

## **2.6 Rencana Kerja Rekayasa Nilai**

Rencana kerja Value Engineering merupakan suatu study untuk mengidentifikasi biaya yang tidak berguna dan mencoba menghilangkan dengan menampilkan ide-ide baru yang berkaitan dengan struktur tersebut dengan fungsi yang sama.

Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dengan digunakannya rencana kerja Value Engineering:

1. Tujuan dapat dijabarkan secara singkat

Dengan digunakannya rencana kerja Value Engineering dapat mengidentifikasi keperluan proyek dan menilai sesuai dengan fungsinya.

2. Pendekatan yang terorganisir

Melalui rencana kerja Value Engineering, maka Value Engineering study dapat diorganisir.

3. Rencana kerja dapat meminimumkan bagian-bagian yang memiliki biaya tinggi.
4. Bagian yang memerlukan biaya besar dapat diidentifikasi dengan menggunakan rencana kerja dan diusahakan dari biaya yang besar itu dapat ditekan.
5. Rencana kerja membantu orang berpikir secara mendalam



Dengan rencana kerja Value Engineering, orang dapat diberi motivasi untuk menampilkan beberapa ide, dapat membuat perbandingan secara terperinci dari ide-ide tersebut.

6. Rencana kerja merupakan suatu pendekatan yang objektif

Rencana kerja Value engineering membantu untuk melihat secara objektif suatu proyek.

Tahap-tahap rencana kerja Value Engineering yang dipakai pada proposal ini terdiri dari empat tahap, yaitu: (Dell'Isola).

- a. Tahap Informasi
- b. Tahap Kreatif
- c. Tahap Analisa
- d. Tahap Proposal/Rekomendasi

### **2.6.1 Tahap Informasi**

Dalam tahap informasi dilakukan pendefinisian proyek, menelusuri informasi latar belakang yang menjadi dasar desain, persyaratan dan batas proyek, dan kepekaan terhadap biaya dari segi kepemilikan dan pengoperasian suatu fasilitas. Makna dari tahap informasi adalah untuk memperoleh sebanyak mungkin informasi untuk memperoleh sebanyak mungkin informasi dan pengetahuan proyek.

Segala informasi yang diterima baik dari pemilik, perencana, kontraktor, konsultan, badan usaha maupun perorangan pemerintah dicatat dalam suatu tabel seperti yang terdapat pada tabel 2.1. sedangkan segala informasi mengenai data-data teknis proyek dicatat dalam tabel tersendiri seperti yang terdapat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.1 Form Informasi/Data**

TAHAP INFORMASI		
Proyek : Lokasi :		
NO	SUMBER INFORMASI	DATA/INFORMASI YANG DITERIMA

*Sumber: Dell'isola.1975*

**Tabel 2.1 Form Data-data Teknis Proyek**

TAHAP INFORMASI		
Proyek : Lokasi :		Item :
NO	SUMBER INFORMASI	DATA-DATA PROYEK

*Sumber: Dell'isola.1975*

Tahap informasi dalam rencana kerja Value Engineering mencakup tujuan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang berkaitan dengan objek yang ditinjau saat ini
2. Menentukan fungsi dari tujuan tersebut
3. Mengevaluasi fungsi dasarnya

Informasi ini selanjutnya akan sangat berguna untuk melaksanakan tahap selanjutnya dari rencana kerja Value Engineering yaitu tahap kreativitas.

Serangkaian analisa yang akan dilakukan pada tahap informasi:

1. Cost model

Cost model yang dibuat berdasarkan informasi analisa biaya yang telah didapat pada pengumpulan informasi. Pada Cost Model ini kita menentukan item pekerjaan yang mempunyai biaya tinggi. Ada beberapa Cost Model:

- a. Berdasarkan hukum Distribusi Pareto

Berdasarkan Distribusi Pareto menyatakan bahwa 80% dari biaya total secara normal terjadi pada 20% item pekerjaan. Dengan hukum distribusi pareto dapat ditentukan 80% biaya biaya total yang berasal dari 20% item pekerjaan ini mempunyai biaya tinggi. Analisa fungsi hanya dilakukan 20% item pekerjaan tersebut. Sisa item pekerjaan hanya memiliki biaya rendah, sehingga tidak diperlukan studi pada item pekerjaan tersebut.

b. Matriks Cost Model

Cost Matriks memisahkan komponen konstruksi proyek, dan mendistribusikan komponen tersebut kedalam berbagai elemen dan sistem dari proyek.

c. Breakdown Cost Model

Pada model ini sistem dipecahkan dari elemen tertinggi sampai elemen terendah, dengan mencantumkan biaya untuk melukiskan distribusi pengeluaran. Selain biaya nyata yaitu biaya dari hasil desain yang tidak ada, dicantumkan juga nilai manfaat, yang merupakan hasil estimasi tim VE berupa biaya terendah untuk memenuhi fungsi dasar.

## 2. Analisa Fungsi

Analisa fungsi bertujuan untuk:

- a. Mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (basic function) maupun fungsi-fungsi penunjang (secondary function)
- b. Mendapatkan perbandingan antara biaya dengan nilai manfaat yang dibutuhkan untuk menghasilkan fungsi tersebut.

## 2.3 Form Analisa Fungsi

ANALISA FUNGSI							
Proyek :				Item :			
Lokasi :				Fungsi :			
No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost	Wort	Keterangan
		Kt. Kerja	Kt. Benda				
	1	2	3	4	5	6	7

*Sumber: Dell'isola.1975*

Analisa fungsi dilakukan dengan membuat tabel atau format analisa fungsi sebagai berikut:

Keterangan:

Kolom 1: Daftar semua uraian subitem yang terdapat dalam bagian yang kita tinjau.

Kolom 2: Definisi tindakan atau fungsi dari subitem dalam kata kerja aktif.

Kolom 3: Definisi kata benda dari fungsi yang ditinjau.

Kolom 4: Penggolongan jenis fungsi, dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

- Fungsi utama "P" (Primer)
- Fungsi sekunder "S" (Sekunder)

Kolom 5: Biaya yang diperkirakan (Estimate Cost) dari setiap fungsi, baik primer maupun sekunder.

Kolom 6: Biaya terendah yang diperlukan untuk bisa memenuhi fungsi yang diinginkan.

Kolom 7: Keterangan untuk pihak lain jika ada tambahan penjelasan mengenai analisa fungsi yang dilakukan.

### 2.6.2 Tahap Kreatifitas/Spekulatif

Pada tahap ini kemungkinan lain dianalisa dengan menanyakan apakah ada alternatif lain yang dapat memenuhi fungsi atau kegunaan yang sama. Alternatif yang

diusulkan mungkin didapat dengan pengurangan komponen, penyederhanaan ataupun modifikasi dengan tetap mempertahankan fungsi utama dari proyek. Selama tahap ini usaha kreatif diarahkan menuju pengembangan alternatif untuk menyempurnakan fungsi-fungsi yang dibutuhkan.

Ide-ide dapat diperoleh dari mereka yang bekerja langsung dengan proyek yang sedang dibahas, seperti pemilik proyek, konsultan, kontraktor, dan para ahli spesialis. Saran-saran tersebut kemudian dinilai bersama untuk mendapatkan saran yang bisa dikembangkan menjadi alternatif upaya yang efisien. Beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan kreatifitas adalah sebagai berikut:

1. Apakah bagian tersebut benar-benar dibutuhkan?
2. Dapatkah digunakan material yang tidak terlalu mahal?
3. Apakah telah digunakan cara baru yang lebih ekonomis?
4. Sudah diusahakan penyederhanaannya? *(Soeharto, 2001)*

### **2.6.3 Tahap Analisa**

Alternatif-alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatifitas diatas akan dibahas lebih lanjut pada tahap analisa. Dalam tahap analisa dilakukan evaluasi terhadap setiap ide yang tertampung pada tahap kreatifitas untuk melihat apakah ide tersebut bisa atau tidak untuk dikembangkan lebih dan direkomendasikan sebagai hasil yang memiliki nilai tambah. Tahap analisa ini terdiri dari analisa keuntungan dan kerugian, analisa biaya dan analisa non biaya, dimana digunakan analisa matriks dengan metode AHP.

Tahap dari tahap analisa:

1. Mengadakan evaluasi, mengajukan kritik dan menguji alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatifitas.
2. Memperkirakan nilai rupiah untuk setiap alternatif.

3. Menentukan salah satu alternatif yang memberikan kemampuan penghematan biaya terbesar namun dengan mutu, penampilan dan keandalan yang terjamin.

#### **2.6.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian**

Gagasan-gagasan yang muncul dari tahap sebelumnya disaring dengan melihat keuntungan dan kerugian yang ditimbulkan dari setiap gagasan tersebut. Menurut Zimmerm dan Hart (1982), ada beberapa kriteria yang mungkin digunakan untuk melakukan penyaringan antara lain:

1. Lebih menguntungkan dari segi biaya.
2. Apakah gagasan-gagasan yang ada memenuhi persyaratan fungsi yang diminta.
3. Apakah gagasan-gagasan baru tersebut dapat diandalkan.
4. Apakah desain asli terlalu berlebihan.
5. Apakah dampaknya pada desain dan jadwal konstruksi proyek.
6. Apakah terjadi re-desain yang berlebihan untuk mengimplementasikan gagasan tersebut.
7. Apakah ada improvisasi dari desain asli.
8. Apakah desain yang diajukan pernah digunakan sebelumnya.
9. Apakah ada keterangan mengenai penampilan fisik dari masalah pada desain baru yang diusulkan.
10. Apakah secara material, gagasan tersebut mempengaruhi estetika dan bangunan atau proyek tersebut.

### 2.6.3.2 Analisa Biaya

Pentingnya analisa biaya bertambah karena rekayasa nilai bertujuan untuk mengetahui hubungan antara fungsi yang sesungguhnya terhadap biaya yang diperlukan, dan memberikan cara pengambilan keputusan mengenai usaha-usaha yang diperlukan selanjutnya. Misalnya, apabila berdasarkan rekayasa nilai diperkirakan bahwa biaya untuk memproduksi suatu produk terlalu mahal mungkin sekali lebih baik produksi dihentikan atau dicari alternatif lain. (Soeharto, 2001)

**Tabel 2.4 Komponen-komponen Biaya Total**

Komponen	%
Material	30,0
Tenaga Kerja	25,0
Tes dan Inspeksi	4,0
Engineering dan Kepenyediaan	6,0
Overhead	30,0
Laba	5,0
Total	100,0

(sumber: Soeharto, 2001)

Selanjutnya dianalisa komponen-komponennya untuk dibandingkan dengan angka standar yang dimiliki oleh perusahaan yang bersangkutan.

Perhatian rekayasa nilai terhadap manufaktur peralatan ditujukan pada komponen biaya terbesar, yaitu material, tenaga kerja, dan overhead.

1. Material

Jenis material tergantung dari macam usaha, dapat berupa baja, besi, logam lain, atau plastik. Termasuk dalam klasifikasi ini adalah instrument atau bagian-bagian lain yang siap pake.

2. Tenaga Kerja

Jumlah biaya untuk tenaga kerja umumnya cukup besar, yaitu terdiri dari satuan unit kali jam-orang terpakai.

3. Overhead

Overhead terdiri dari macam-macam elemen, seperti pembebanan bagi operasi perusahaan (pemasaran, kompensasi, pimpinan, sewa kantor, dan lain-lain). Termasuk juga dalam klasifikasi ini adalah pajak, asuransi, administrasi, dan lain-lain. (Soehato, 2001)

Yang termasuk dalam analisa biaya adalah rencana anggaran biaya, harga satuan pekerjaan, analisa upah dan bahan.

#### - Rencana Anggaran Biaya

Perencanaan rencana anggaran biaya merupakan bagian terpenting dalam menyelenggarakan pembuatan bangunan atau proyek. Membuat anggaran biaya berarti menganalisis atau memperkirakan harga dari suatu barang, bangunan atau benda yang akan dibuat seteliti mungkin, cermat dan memenuhi persyaratan.

Rencana anggaran biaya suatu bangunan atau proyek merupakan perhitungan biaya yang dikeluarkan atau diselenggarakan dalam suatu proyek dengan prinsip efektif dan efisien serta aman. Rencana anggaran biaya suatu proyek untuk suatu bangunan yang sama kemungkinan akan berbeda-beda dimasing-masing tempat karena tiap tempat atau daerah memiliki harga bahan dan upah yang berbeda.

Dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

##### 1. Anggaran Biaya Kasar (Taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun anggaran kasar digunakan harga satuan tiap meter persegi luas lantai. Anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti. Walaupun namanya anggaran biaya kasar, namun harga satuan tiap meter persegi luas lantai tidak jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.



## 2. Anggaran Biaya Teliti

Merupakan anggaran biaya bangunan yang dihitung dengan teliti dan cermat sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Sedangkan penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti didasarkan pada:

- a. Bestek, gunanya untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat teknis.
- b. Gambar bestek, gunanya untuk menentukan atau menghitung besarnya masing-masing volume pekerjaan.
- c. Harga satuan pekerjaan, didapat dari harga satuan bahan dan satuan upah berdasarkan analisa perhitungan BOW.

Dalam penulisan laporan ini, anggaran biaya didasarkan anggaran biaya teliti sesuai dengan bestek akan tetapi menggunakan perhitungan volume yang dihitung oleh perencana bangunan dan harga satuan pekerjaan yang telah diisyaratkan.

### - Harga satuan pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu bangunan, harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasaran dan lokasi pekerjaan.

- **Analisa Upah dan Bahan**

Yang dimaksud dengan analisa bahan suatu pekerjaan, ialah menghitung banyaknya volume masing- masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Sedangkan yang dimaksud dengan analisa upah adalah menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan, serta biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut. Sebagai sumber harga satuan dan upah yang ada dipasaran, tempat lokasi pekerjaan yang akan dilaksanakan. Perhitungan pada analisa bahan dan upah harus dilakukan dengan teliti agar didapat harga satuan pekerjaan yang tepat.

#### **2.6.3.3 Analisa Non Biaya**

Setelah dilakukan analisa biaya, maka selanjutnya dilakukan analisa non biaya yang menggunakan analisa matriks dengan metode AHP. Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah sebuah hirarkhi fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Kelebihan AHP dibandingkan dengan yang lainnya adalah:

1. Struktur yang hirarkhi, sebagai konsekuensi dari kriteria yang terpilih, sampai pada sub-sub kriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang pilih oleh para pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan atau ketahanan output analisa sensitifitas pengambilan keputusan.

Pada dasarnya langkah-langkah dari metode AHP meliputi:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.

2. Membuat struktur hirarkhi yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan “Judgment” dari pengambilan keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya.
4. Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh judgment seluruhnya sebanyak  $n \times \{ (n-1) / 2 \}$  buah, dengan  $n$  adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
5. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.
6. Mengulangi langkah 3, 4 dan 5 untuk seluruh tingkat hirarkhi.
7. Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai vektor eigen merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintesis judgment dalam penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarkhi terendah sampai pencapaian tujuan.
8. Memeriksa konsistensi hirarkhi, jika nilainya lebih dari 10 %, maka penilaian data judgment harus diperbaiki.

#### **2.6.4 Tahap Proposal/Rekomendasi**

Tahap proses merupakan tahap menggiring ide terbaik yang diusulkan untuk bisa diterima dan dilaksanakan oleh pemilik. Pada tahap ini, semua data yang dihadirkan oleh pemilik proyek, perencanaan pelaksana dan semua pihak yang

terlibat untuk memulai persetujuan penerapannya pada proyek yang akan dikerjakan. Proposal bisa mengubah desain dan penghematan menjadi salah satu ukuran bahwa usulan tersebut bisa diterima.

Dalam tahap proposal disajikan keistimewaan dan keunggulan konsep dari usulan yang bisa menjadi dasar alasan bagi pemilik untuk menerima perubahan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penyajian tersebut adalah:

- a. Ringkasan informasi secara jelas cermat dari pembahasan pada tahap analisa.
- b. Memberikan analisa tentang biaya penundaan dan biaya dampak perubahan bila perubahan tersebut jadi dilaksanakan.

**Tabel 2.15 Form Proposal**

Tahap Proposal	
<div> <div>Proyek :</div> <div>Item :</div> </div>	
<div> <div>Lokasi :</div> <div>Fungsi :</div> </div>	
No	Uraian
	<div>Desain Awal :</div> <div>Desail Usulan :</div> <div>Dasar Pertimbangan :</div> <div>Biaya Awal :</div> <div>Biaya Akhir :</div> <div>(termasuk biaya penundaan dan perubahan)</div> <div>Penghematan Potensial :</div>

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Konsep Penelitian**

Dalam pengerjaan skripsi ini, konsep penelitian yang dilakukan adalah penerapan Value Engineering pada sebuah proyek konstruksi. Penelitian ini mengambil objek pekerjaan atap pada proyek pembangunan gedung poliklinik dan kedokteran hewan Universitas Brawijaya Malang rekayasa nilai (Job Plan) menurut dell'Isola yaitu meliputi Tahap Informasi, Tahap Spekulasi/Kreatifitas, Tahap Analisa dan Tahap Proposal/Rekomendasi.

#### **3.2 Data Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang digunakan dalam melakukan analisis Value Engineering. Data primer dapat berupa data-data teknis dari proyek, seperti gambar bestek, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana kerja dan syarat (RKS).

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisa Value Engineering. Data sekunder diantaranya, data mengenai daftar harga satuan dan analisa pekerjaan, data bahan atau meterial bangunan yang digunakan, data alat-alat berat, peraturan-peraturan bangunan gedung dari departemen pekerjaan umum dan data-data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam menganalisa Value

Engineering, dan juga studi literatur (diktat, jurnal, dan hand book) serta penelitian Value Engineering sebelumnya.

### 3.3 Tahapan Rekayasa Nilai

Dari data-data yang dikumpulkan dilakukan analisa Value Engineering untuk menghasilkan adanya suatu penghematan biaya atau saving cost.

Tahapan Value Engineering dilakukan dengan 4 tahap yaitu:

#### 3.3.1 Tahap Informasi

- a. Menentukan permasalahan
- b. Mengumpulkan data proyek yang digunakan dalam penelitian yaitu data primer dan data sekunder.
- c. Menetapkan langkah-langkah awal pada rencana kerja rekayasa nilai yaitu tahap informasi dengan melakukan pemilihan item berbiaya tinggi dengan cara penyusunan bagan biaya (cost model) dan membuat breakdown analysis.

**Tabel 3.1 Tabel Breakdown Cost Model**

No	Item Kerja	Biaya (Rp)	Presentase Biaya (%)	Biaya Kumulatif (Rp)	Presentase Biaya Kumulatif (Rp)

- d. Item-item kerja terpilih kemudian dianalisa melalui analisa fungsi dengan tujuan mendapatkan cost/worth.

**Tabel 3.2 Analisa Fungsi**

No	Komponen	Fungsi		Jenis	Cost (Rp)	Worth (Rp)
		K. Kerja	K. Benda			
Jenis:		B = Basic S = Sekunder				

e. Deskripsi Proyek

Nama Proyek : Pembangunan Gedung Laboratorium  
dan Poliklinik Hewan Fakultas Kedokteran Hewan

Lokasi Proyek : Puncak Dieng, Kecamatan Dau, Malang

Luas Bangunan :  $\pm 1200 \text{ m}^2$

Owner ( pemilik ) : Universitas Brawijaya Malang

Kontraktor : PT. Widya Satria

Konsultan Perencana : PT. Tiga Satu Tiga

Konsultan Pengawas : CV. Kosamatra Graha

### 3.3.2 Tahap Spekulasi

Pada tahap ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan memunculkan ide alternatif sebagai perbandingan terhadap rencana awal. Alternatif-alternatif yang akan dipilih harus sesuai dengan batasan-batasan kriteria desain yang ditentukan pihak owner, konsultan perencana, maupun pelaksana. Selain itu dalam memunculkan ide alternatif juga harus diperhatikan dalam kemungkinan dan kemudahan pelaksanaannya.

Alternatif yang dipertimbangkan adalah mengubah desain awal yang menggunakan profil WF, dengan mengganti profil usulan dari penulis.

### 3.3.3 Tahap Analisa

Pada tahap ini merupakan tahap menganalisa dan menyaring alternatif gagasan yang muncul pada tahap spekulasi.

#### 3.3.3.1 Tahap Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan dan kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode penilaian yang dipakai dalam tahap analisa. Pada tahap ini analisa yang dilakukan adalah analisa harga dari alternatif-alternatif yang diusulkan penulis.

**Tabel 3.3 Analisa Keuntungan dan Kerugian**

No	Alternatif yang dimunculkan	Keuntungan potensial	Kerugian potensial
1	Alternatif 1		
2	Alternatif 2		

#### 3.3.3.2 Pengukuran Alternatif dan Penilaian Alternatif

Pengukuran dan penilaian alternatif dilakukan berdasarkan pada Kriteria Biaya (Life Cycle Cost) dan Kriteria Non Biaya (MCDM).

##### 1. Analisa Penilaian dengan Kriteria Biaya (LCC)

Life Cycle Cost dari item yang akan diperhitungkan selama masa investasi dengan dari seluruh biaya-biaya yang relevan dengan item tersebut berdasar pada pertimbangan time value of money. Biaya-biaya yang relevan atau biaya yang dikeluarkan selama masa investasi.

##### 2. Analisa Penilaian dengan Kriteria Non Biaya (MCDM)

Salah satu bentuk dari analisa ide-ide kreatif ini membahas penilaian dengan sangat subyektif karena sulit untuk mendapatkan nilai yang ideal. Oleh karena itu diperhitungkan peringkat alternatif



dari struktur yang akan digunakan. Aspek-aspek yang diperhitungkan:

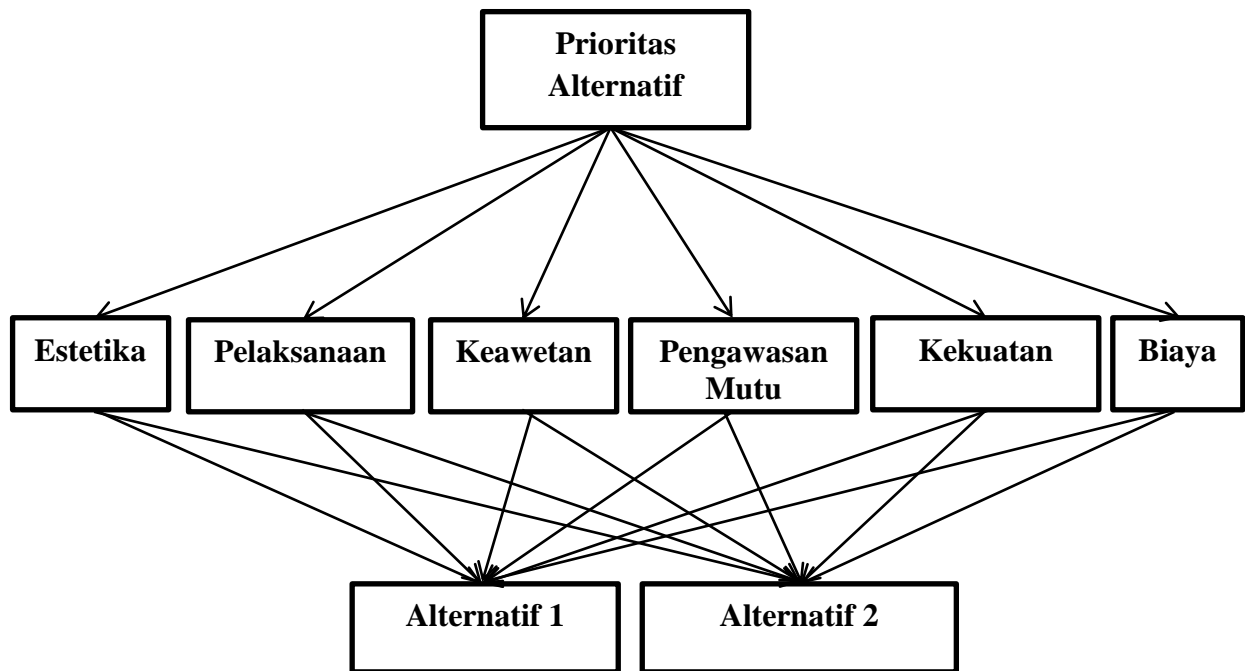
**Tabel 3.4 Petimbangan Kriteria Terhadap Tujuan**

No	Aspek	Uraian
1	Estetika	Kriteria yang diusulkan harus mempunyai keindahan dari segi bentuk.
2	Pelaksanaan	Dari kriteria yang didapat dalam pelaksanaan konstruksinya harus mudah.
3	Keawetan	Ketahanan material bahan yang digunakan dari kriteria yang diusulkan harus bertahan lama.
4	Pengawasan Mutu	Bahan Kontruksi yang digunakan harus mempunyai mutu yang bagus agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.
5	Kekuatan	Dari kriteria yang diusulkan harus memperhatikan kekuatan strukturnya yang paling bagus.
6	Biaya	Apabila berdasarkan rekayasa nilai diperkirakan bahwa biaya untuk memproduksi suatu produk terlalu mahal lebih baik produksi dihentikan atau dicari alternatif lain.

Selanjutnya mencari bobot dari masing-masing kriteria dengan menggunakan metode AHP.

Tahapan Analisa dengan metode AHP meliputi:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hirarkhi yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah.



**Gambar 3.1 Struktur Hierarki Lengkap**

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan “Judgment” dari pengambilan keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya.

**Tabel 3.5 Skala Penilaian Pasangan**

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari pada yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting dari pada elemen lainnya	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting dari pada satu elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang membedakan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara dua pilihan
Kabalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i	

- Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh judgment seluruhnya sebanyak  $n \times \{ (n-1) / 2 \}$  buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
- Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.
- Mengulangi langkah 3, 4 dan 5 untuk seluruh tingkat hirarkhi.
- Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai vektor eigen merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintesis judgment dalam penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarkhi terendah sampai pencapaian tujuan.

**Tabel 3.6 Metode Analytic Hirarchy Process untuk Menentukan Bobot**

Kriteria	No	Kriteria						Total	Bobot
		A	B	C	D	E	F		
Estetika	A								
Pelaksanaan di Lapangan	B								
Keawetan	C								
Pengawasan Mutu	D								
Kekuatan	E								
Biaya	F								

8. Memeriksa konsistensi hirarkhi, jika nilainya lebih dari 10 %, maka penilaian data judgment harus diperbaiki.

**Tabel 3.7 Analisa Pengambilan Keputusan**

No	Alternatif	Bobot Kriteria						Total	Rangking
		A	B	C	D	E	F		
1	Alternatif 1								
2	Alternatif 2								

9. Penilaian alternatif atas kriteria:

**Tabel 3.8 Skala Likers**

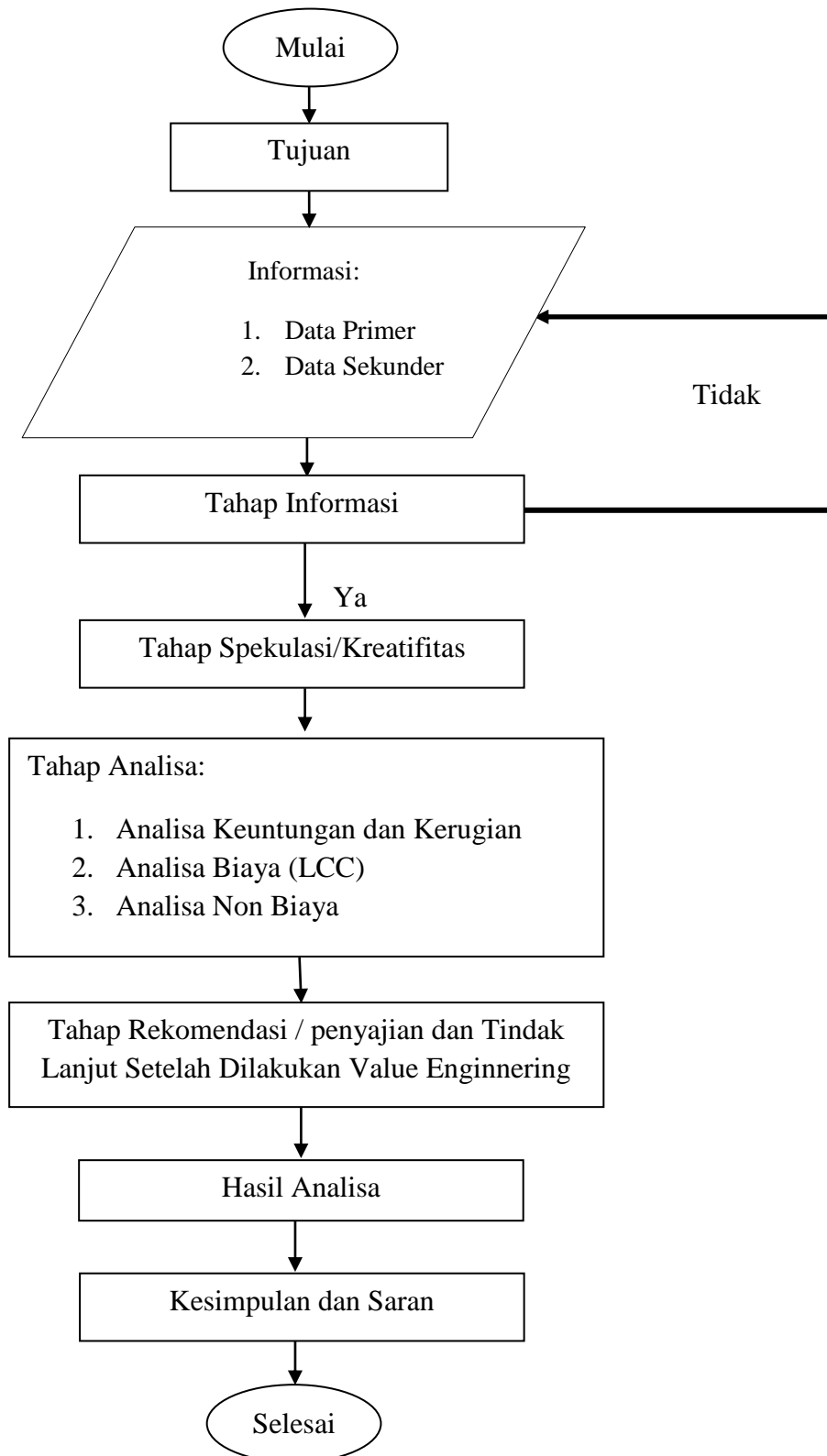
<b>A: Estetika</b> 4 = Sangat Indah 3 = Indah 2 = Cukup Indah 1 = Jelek	<b>D: Pengawasan Mutu</b> 4 = Mudah 3 = Cukup Mudah 2 = Cukup Sulit 1 = Sulit
<b>B: Pelaksanaan di Lapangan</b> 4 = Mudah 3 = Cukup Mudah 2 = Cukup Sulit 1 = Sulit	<b>E: Kekuatan</b> 4 = Sangat Kuat 3 = Kuat 2 = Cukup Kuat 1 = Tidak Kuat
<b>C: Keawetan</b> 4 = Sangat Awet 3 = Awet 2 = Cukup Awet 1 = Tidak Awet	<b>F: Biaya</b> 4 = Sangat Mahal 3 = Mahal 2 = Cukup Mahal 1 = Murah

*Sumber: Nasir, 1983*

### **3.4 Tahap Proposal/Usulan**

Ini adalah tahap terakhir dari proses Value Engineering yang terdiri dari persiapan dan penyajian kesimpulan hasil dari Value Engineering kepada pihak yang berkepentingan. Pada tahap ini juga usulan yang dibuat bisa mengubah desain dan penghematan menjadi salah satu ukuran bahwa usulan tersebut bisa diterima.

**Gambar 3.2 Bagan Alir ( Flowchart)**



## BAB IV

### KAJIAN VALUE ENGINEERING

#### 4.1 Tahap Informasi

Tahap informasi adalah tahap awal dalam perencanaan *Value Engineering*. Pada tahap ini dilakukan penggalan data informasi sebanyak mungkin mengenai desain perencanaan proyek, mulai dari data umum proyek, hingga pentabulasian data yang berkenaan dengan item pekerjaan, menentukan item pekerjaan studi, mendapatkan item pekerjaan yang akan dilakukan penggalan terhadap alternatif-alternatif pada tahap kreatifitas dan analisa data pada tahap analisa. Tahap informasi ini berisi penjelasan-penjelasan tentang pemilihan item pekerjaan seperti *Cost Model* dan *Breakdown Cost*.

Adapun keinginan pemilik proyek (owner) dalam rencana bangunan atas gedung, sehingga dalam penelitian Value Engineering adapun batasan-batasan awal sebagai berikut.

1. Kerangka atap sesuai dengan gambar kerja, karena memiliki nilai estetika dari tampak luar.
2. Produk atap menggunakan mutu yang baik yaitu galvalum.

##### 4.1.1 Data Proyek

Nama Proyek	: Pembangunan Gedung Laboratorium dan Poliklinik
	Hewan Fakultas Kedokteran Hewan
Fungsi Gedung	: Laboratorium dan Gedung Kuliah

Lokasi	: Puncak Dieng, Kecamatan Dau, Malang
Konsultan Perencana	: PT. Tiga Satu Tiga
Konsultan Pengawas	: CV. Kosamatra Graha
Kontraktor Pelaksana	: PT. Widya Satria
Luas Bangunan	: $\pm 1200 \text{ m}^2$
Jumlah Lantai	: 5 Lantai
Gambar Desain Atap	: Struktur atap menggunakan Baja profil WF (Dilampirkan)

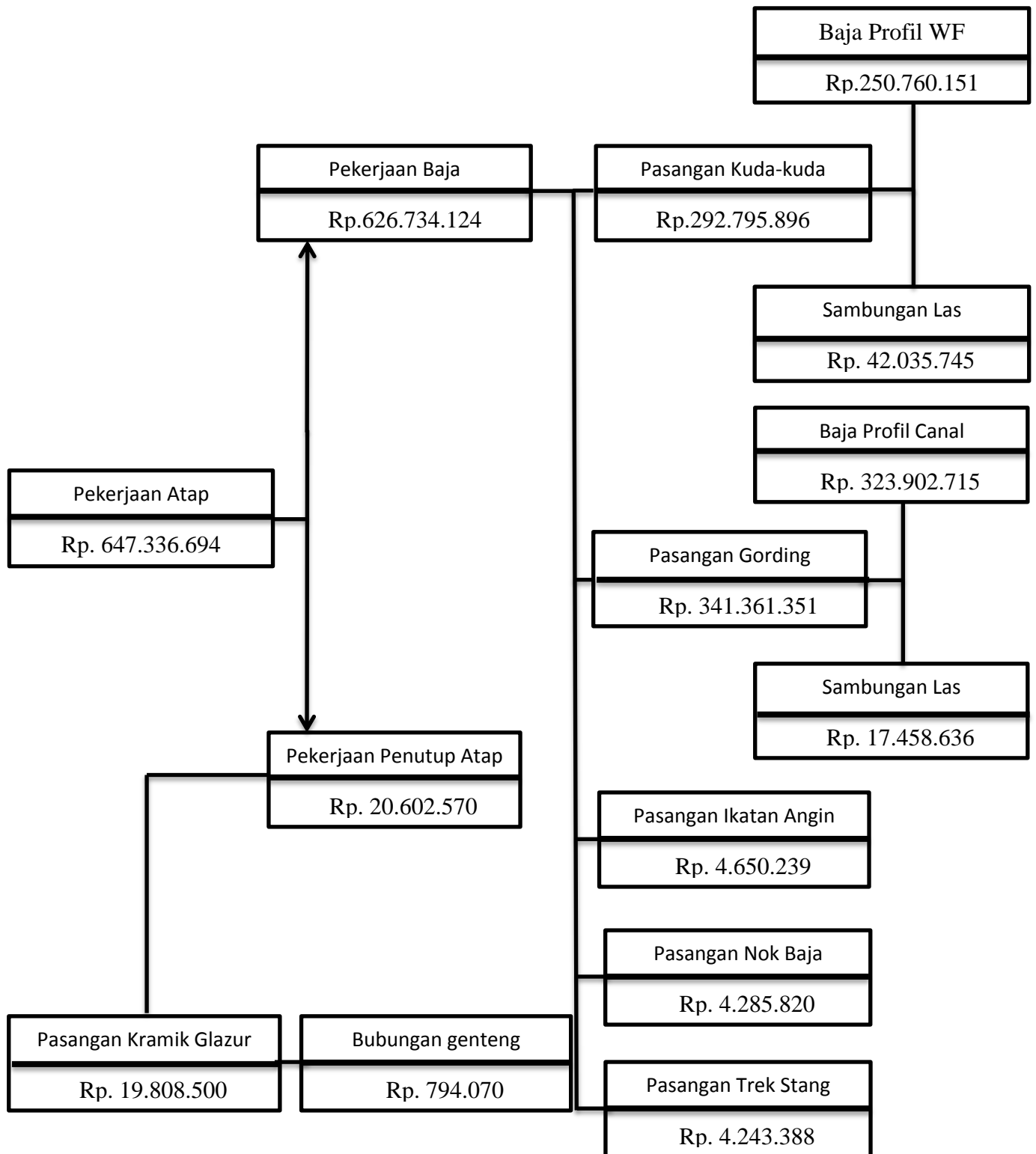
#### **4.1.2 Pemilihan Item Pekerjaan**

Pada proses pemilihan item kerja ini dilakukan identifikasi item kerja. Identifikasi item kerja ini dilakukan untuk mengetahui item kerja mana yang memiliki biaya/cost yang tinggi agar studi rekayasa nilai ini dapat memberikan hasil Value Engineering yang optimal.

##### **4.1.2.1 Identifikasi Item Pekerjaan**

Identifikasi item pekerjaan yang berbiaya tinggi berfungsi untuk mengetahui item pekerjaan yang mempunyai biaya tinggi. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah dengan membuat bagan biaya (cost model) proyek yang dapat dilihat pada gambar 4.1





**Gambar 4.1 Cost Model Pekerjaan Atap**

Breakdown analisa item pekerjaan ini merupakan pekerjaan atap yang diurutkan dari biaya yang tinggi ke yang terendah (Tabel 4.1)

**Tabel 4.1 Breakdown Biaya Pekerjaan Atap**

No	Item Pekerjaan	Biaya	Kumulatif
		Rp	(%)
1	Pasangan Kuda-kuda	292.795.896	44,19
2	Pasangan Gording	341.361.351	50,78
3	Pasangan Kramik Glazur	19.808.500	2,95
4	Bubungan genteng	794.070,000	0,12
5	Pasangan Ikatan Angin	4.650.239	0,69
6	Pasangan Nok Baja	4.285.820	0,64
7	Pasangan Trek Stang	4.243.388	0,63
		647.336.694	100 %

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Keterangan :   (item pekerjaan yang teridentifikasi biaya tinggi)

Dari hasil breakdown cost dari item pekerjaan baja dari atap gedung laboratorium dan poliklinik hewan universitas brawijaya malang, didapat 2 item yang memiliki biaya yang tertinggi yaitu:

1. Pasangan Kuda-Kuda
2. Pasangan Gording

Dengan mendapatkan item pekerjaan baja dari breakdown cost model seperti di atas, maka:

- a. Pasangan kuda-kuda dan pasangan gording dipilih untuk dianalisis Value Engineering, karena mempunyai proporsi biaya yang paling besar dibandingkan dengan item yang lainnya sehingga mempunyai potensi untuk dilakukan penghematan biaya.
- b. Selain memiliki biaya yang besar, dalam memilih item pekerjaan dapat ditinjau dalam segi bahan dan desain yang nantinya dapat memunculkan berbagai macam alternatif pengganti.

Untuk menentukan apakah ada biaya-biaya yang tidak diperlukan dalam suatu item pekerjaan, maka dipergunakan analisa fungsi dan analisa perbandingan antara cost-worth terhadap item pekerjaan yang akan dianalisis.

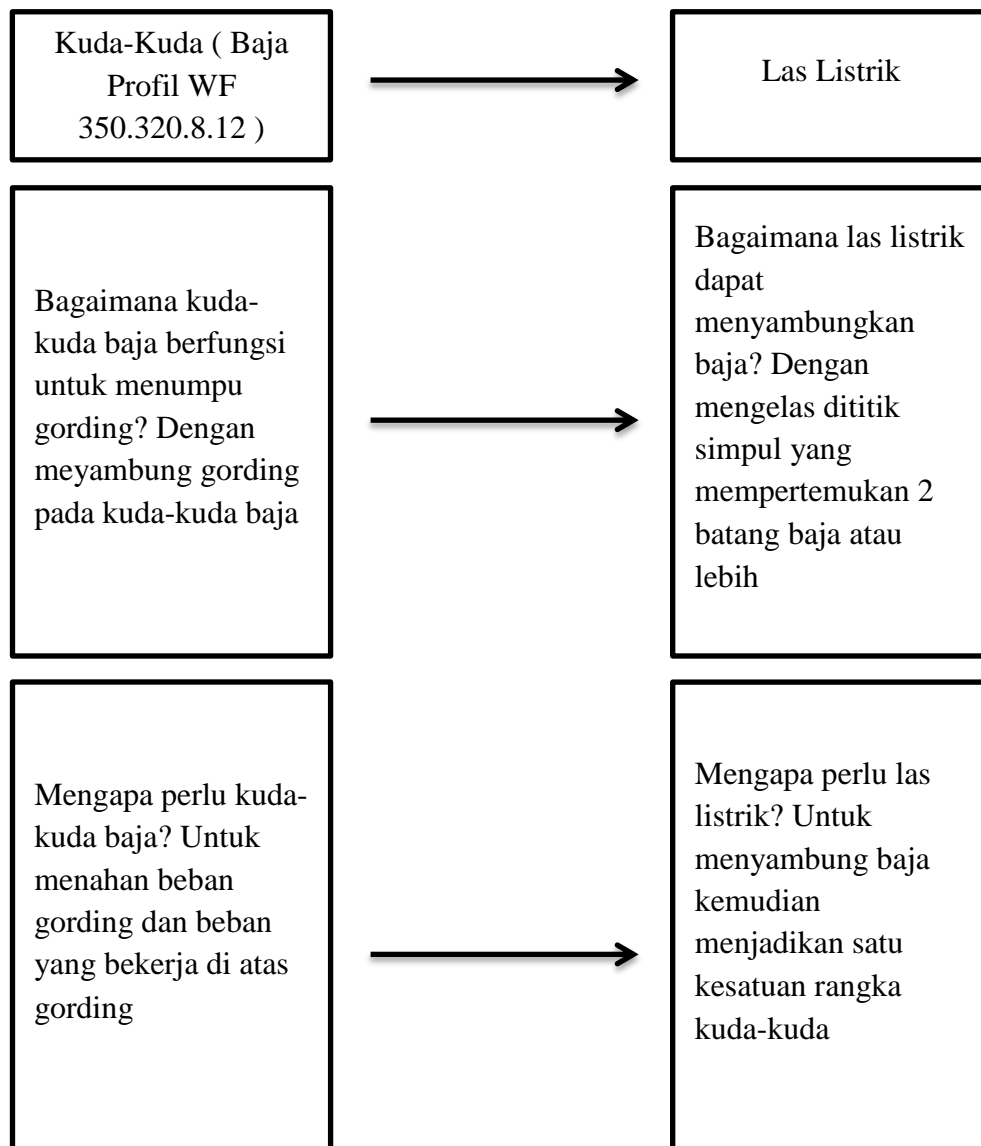
Bila hasil perbandingan antara cost dan worth lebih dari 1, maka item pekerjaan tersebut dapat dilakukan analisa Value Engineering. Yang dimaksud dengan *Cost* adalah biaya yang diperkirakan (Estimate Cost) dari setiap fungsi, baik fungsi primer maupun sekunder. Sedangkan *Worth* adalah biaya terendah yang diperlukan untuk memenuhi fungsi yang diinginkan.

Setelah mendapat informasi dari data di atas, maka dilakukan analisa fungsi yang menunjukkan perbandingan Cost/Worth pada pasangan kuda-kuda dan pasangan gording, dimana kuda-kuda sebagai penahan beban dari atap dan berbagai tumpuan dan gording.

Metode Fast (*Function Analysis System Technique*) merupakan suatu proses analisa yang bila digunakan secara tepat dapat menghasilkan sebuah desain yang optimum. Fast diagram dibuat untuk membantu mengidentifikasi fungsi-fungsi komponen sebelum melakukan analisa fungsi.

Analisa fungsi bertujuan untuk mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (basic function) maupun fungsi-fungsi penunjang (secondary function), juga bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara biaya (cost) dan nilai manfaat (worth), sehingga dari serangkaian proses tersebut dapat diketahui item mana saja yang memiliki potensi biaya yang tidak diperlukan.

## 1. Pasangan Kuda-Kuda



**Gambar 4.2 Diagram FAST Pasangan Kuda-Kuda**

Pada gambar 4.2 Diagram FAST dapat dilihat bahwa fungsi dasar kuda-kuda adalah menahan beban gording sehingga fungsi kuda-kuda baja merupakan jenis Primer dan fungsi las listrik merupakan jenis Sekunder.

**Tabel 4.2 Analisa Cost-Worth Pasangan Kuda-kuda**

No	Uraian	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost (Rp)	Worth (Rp)
1	Kuda-Kuda (Baja Profil WF 350.350.12.19 )	Menumpu	Gording	P	255.053.345	255.053.345
2	Sambungan las	Menyambung	Baja	S	42.035.745	
Jenis :		P= Primer S= Sekunder		Σ	297.089.091	255.053.345

*Sumber : hasil hitungan*

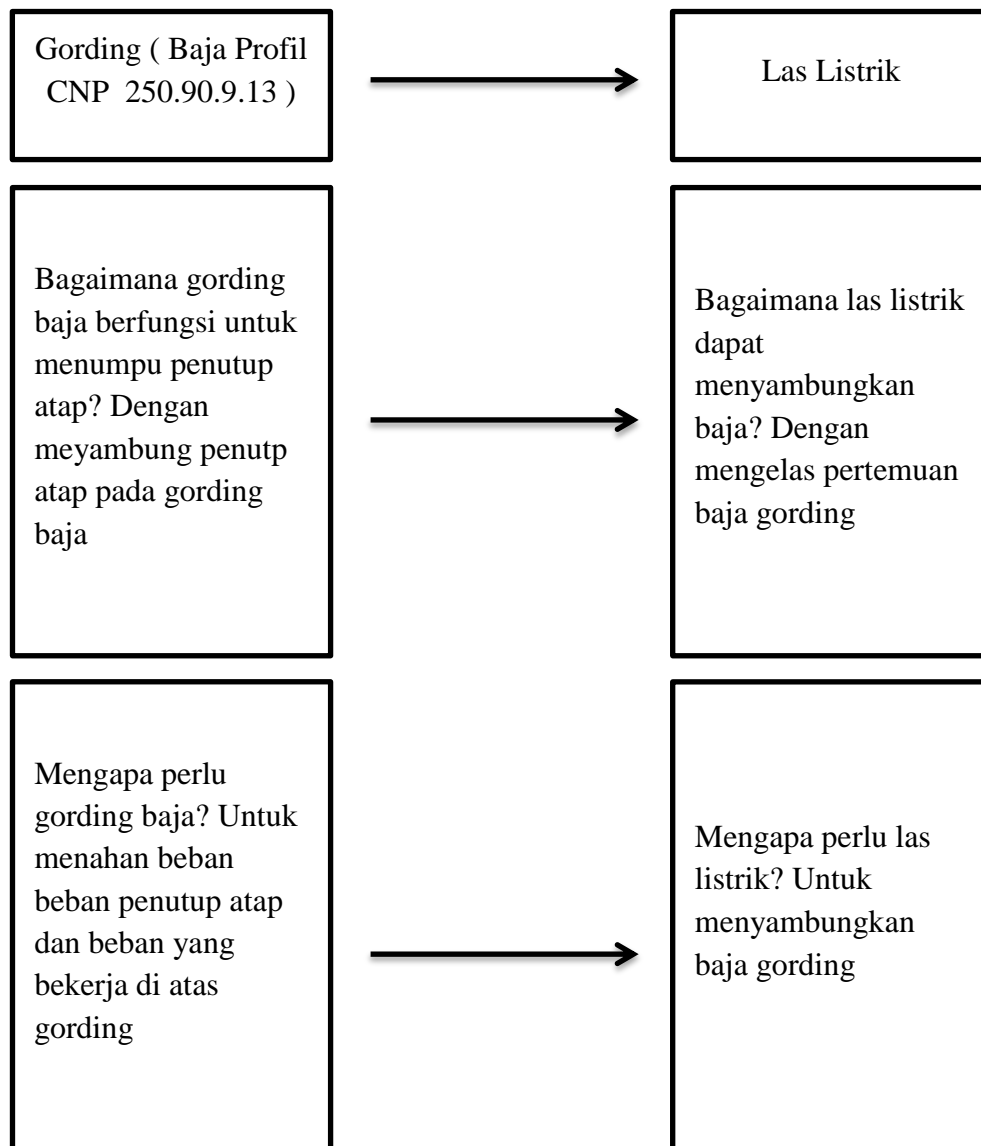
Nilai Cost didapat dari rencana biaya exiting, Nilai Worth didapat dari biaya terkecil (minimum) untuk menjalankan fungsi dasar dengan cara yang paling sederhana, berdasarkan teknologi yang ada. (tjaturono, 2007:37)

Penentuan cost/worth ratio :

$$\text{Cost/worth} = 297.089.091 / 255.053.345$$

$$= 1,164811582 > 1, \text{ layak untuk di Value Engineering}$$

## 2. Pasangan Gording



**Gambar 4.3 Diagram FAST Pasangan Gording**

Pada gambar 4.3 Diagram FAST dapat dilihat bahwa fungsi dasar gording baja adalah menahan penutup atap sehingga pada fungsi gording baja merupakan jenis primer dan fungsi las listrik merupakan jenis sekunder.

**Tabel 4.3 Analisa Cost-Worth Pasangan Gording**

No	Uraian	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost (Rp)	Worth (Rp)
1	Gording ( Baja Profil CNP 250.90.9.13)	Menumpu	Gording	P	323.902.715	323.902.715
2	Sambungan las	Menyambung	Baja	S	17.458.635,78	
Jenis :		P= Primer S= Sekunder		$\Sigma$	341.361.351	323.902.715

*Sumber : hasil hitungan*

Nilai Cost didapat dari rencana biaya exiting, Nilai Worth didapat dari biaya terkecil (minimum) untuk menjalankan fungsi dasar dengan cara yang paling sederhana, berdasarkan teknologi yang ada. (tjaturono, 2007:37)

Penentuan cost/worth ratio :

$$\text{Cost/worth} = 323.902.715 / 323.902.715$$

$$= 1,053900863 > 1, \text{ layak untuk di Value Engineering}$$

## **4.2 Tahap Spekulatif**

Dalam tahap spekulatif disini adalah melakukan eksplorasi ide-ide dan mengumpulkan alternatif-alternatif sebanyak mungkin.

Menurut Dell'Isola (1975) ada dua pendekatan yang utama mengenai kreativitas, diklarifikasikan berdasarkan teknik-teknik *free association*, yaitu:

### **a. Brainstorming**

Sebuah sesi brainstorming adalah sebuah forum pemecahan masalah dimana pemikiran setiap peserta distimulasi oleh peserta yang lain dalam satu kelompok. Tipikal suatu sesi brainstorming adalah terdiri dari empat sampai enam orang dari disiplin ilmu yang berbeda duduk mengelilingi sebuah meja dan secara spontan

menghasilkan gagasan-gagasan yang berhubungan dengan penampilan fungsi yang diinginkan dari sebuah item.

b. The Gordon Technique

The Gordon Technique merupakan suatu teknik yang berbentuk forum dimana didalamnya gagasan-gagasan disampaikan secara bebas. Namun berbeda dengan teknik Brainstorming, dalam pendekatan Gordon hanya pimpinan forum yang mengetahui permasalahan yang sebenarnya.

Metode yang digunakan pada tahap spekulasi disini adalah teknik *Brainstorming*, yaitu teknik menghasilkan gagasan / alternatif-alternatif sebanyak mungkin tanpa ada kritik terhadap suatu usulan atau pendapat. Untuk mengumpulkan alternatif dapat digunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghilangkan item-item yang mempunyai fungsi sekunder. Namun untuk menghilangkan item-item yang mempunyai fungsi sekunder harus dilakukan secara hati-hati karena tidak semua item-item dengan fungsi sekunder bisa dihilangkan karena ada batasan-batasan desain.
2. Mengganti komponen-komponen item kerja fungsi primer dengan alternatif-alternatif lain yang mungkin. Dalam langkah ini juga ada batasan-batasan sehingga tidak semua alternatif dapat digunakan.
3. Memilih beberapa alternatif untuk dianalisa pada tahap berikut.

#### **4.2.1 Alternatif Desain Yang Dimunculkan**

Dimunculkan alternatif material sebagai pembanding material *existing* kuda-kuda yang menggunakan material baja profil WF dan Gording yang menggunakan Canal, alternatif tersebut adalah sebagai berikut:



**Tabel 4.4 Alternatif Desain Yang Dimunculkan**

No	Alternatif	Kuda-kuda	Gording
1	Alternatif 1	Baja profil WF	Baja profil canal
2	Alternatif 2	Baja Profil WF	Baja profil lip channel
3	Alternatif 3	Baja profil castela	Baja profil canal
4	Alternatif 4	Baja profil castela	Baja profil lip channel
5	Alternatif 5	Baja profil pipa baja	Baja profil canal
6	Alternatif 6	Baja profil pipa baja	Baja profil lip channel
7	Alternatif 7	Baja profil double angel	Baja profil canal
8	Alternatif 8	Baja profil double angel	Baja profil lip channel

### **4.3 Tahap Analisa**

Pada tahap ini merupakan tahap menganalisa dan menyaring alternatif gagasan yang muncul pada tahap spekulasi.

#### **4.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian Alternatif**

Dalam tahapan keuntungan dan kerugian alternatif disini kita mulai melakukan pertimbangan penilaian dengan memberikan nilai 1 terhadap aspek keuntungan dan nilai 0 terhadap aspek kerugian, alternatif-alternatif yang telah dimunculkan berdasarkan pada kriteria yang diminta yaitu:

1. Estetika Konstruksi
2. Teknis Pelaksanaan Konstruksi
3. Kekuatan Struktur
4. Keawetan konstruksi
5. Pengawasan Mutu Konstruksi
6. Biaya Pelaksanaan Konstruksi

Pada tahap ini data yang digunakan untuk menentukan keuntungan dan kerugian adalah data-data yang diperoleh dari responden-responden yang memahami bidang struktur.

**Tabel 4.5 Analisa Keuntungan dan Kerugian**

No	Alternatif	Aspek		Total score
		Keuntungan	Kerugian	
1	Alternatif 1	Mutu Struktur Estetika Teknis Pelaksanaan Kekuatan Keawetan	Biaya	5
2	Alternatif 2	Teknis Pelaksanaan Estetika Mutu Struktur Kekuatan Keawetan	Biaya	5
3	Alternatif 3	Mutu Struktur Kekuatan Keawetan	Estetika Biaya Teknis Pelaksanaan	3
4	Alternatif 4	Mutu Struktur Kekuatan Keawetan	Estetika Biaya Teknis Pelaksanaan	3
5	Alternatif 5	Mutu Struktur Kekuatan Keawetan	Estetika Biaya Teknis Pelaksanaan	3
6	Alternatif 6	Mutu Struktur Kekuatan Keawetan	Estetika Biaya Teknis Pelaksanaan	3
7	Alternatif 7	Kekuatan Keawetan Mutu Struktur Biaya	Estetika Teknis Pelaksanaan	4
8	Alternatif 8	Kekuatan Keawetan Mutu Struktur Biaya	Estetika Teknis Pelaksanaan	4

#### **4.3.2 Melakukan Seleksi Terhadap Alternatif yang Diajukan**

Berdasarkan alternatif yang dimunculkan pada tahap spekulatif dan dilakukan analisa keuntungan dan kerugian, selanjutnya dari ke-8 alternatif diteliti sehingga alternatif yang tidak mungkin dilaksanakan dihilangkan, dan penilaian yang digunakan yaitu melihat score tertinggi yang ada pada setiap alternatif pada

analisa keuntungan dan kerugian. Dengan mempertimbangkan batasan desain yang diusulkan maka alternatif yang dapat dimunculkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.6 Alternatif Desain yang Dapat Dilaksanakan**

No	Alternatif	Kuda-kuda	Gording
1	Alternatif 1	Baja profil WF	Baja profil canal
2	Alternatif 2	Baja profil WF	Baja profil lip channel

*Sumber: hasil analisa*

Berdasarkan hasil analisa keuntungan dan kerugian dapat direduksi alternatif yang akan diukur dan dinilai dengan kriteria biaya dan non biaya, dari mengambil dua alternatif yang mempunyai score tertinggi yaitu:

1. Usulan A

- Didapat dari alternatif 1 (dengan total score 5)
  - Kuda-kuda menggunakan Baja profil WF
  - Gording menggunakan baja profil canal

2. Usulan B

- Didapat dari alternatif 2 (dengan total score 5)
  - Kuda-kuda menggunakan Baja profil WF
  - Gording menggunakan baja profil Lip Channel

#### **4.3.3 Perhitungan Analisa Struktur**

Untuk mendukung alternatif yang terpilih dari tahap spekulasi apakah profil tersebut yang direncanakan aman atau tidak maka untuk mengetahuinya dilakukan perhitungan analisa struktur. Metode analisa struktur yang dipakai dalam perencanaannya yaitu:

➤ Metode Desain

Perhitungan analisa struktur dengan metode desain yaitu perhitungan dengan program bantu teknik sipil yaitu STAAD Pro. STAAD (*Structural Analysis and Design*) merupakan sebuah software yang diperuntukan untuk melakukan analisa dan desain struktur dengan cepat dan akurat. Dengan STAAD Pro dapat memodel struktur dengan lebih mudah serta melihat hasil analisis dan desain lebih baik. Salah satu keunggulan dari STAAD Pro adalah kemampuannya untuk mendesain dan mengoptimasi profil baja.

Pada perhitungan analisa struktur disini menggunakan program STAAD Pro untuk mempermudah dan mempercepat perhitungan analisa struktur, sehingga dapat menemukan optimasi profil baja.

#### **4.3.3.1 Perhitungan Pembebanan**

#### **4.3.3.2 Perhitungan Panjang batang**

Diperoleh dari gambar autocad dengan skala 1:100.

Batang 1 = 10 = 75,185 cm = 0.75185 m

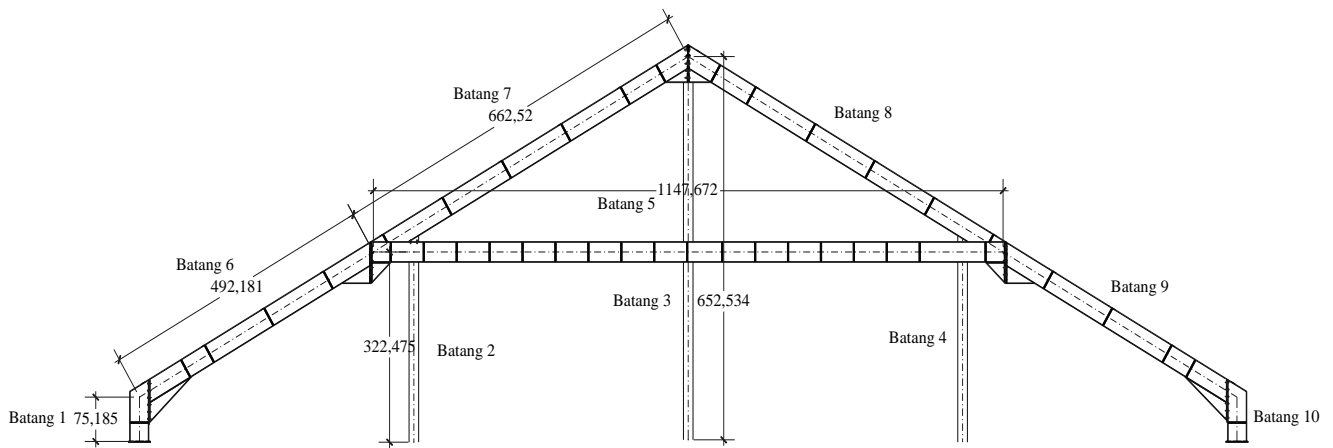
Batang 2 = 4 = 322,247 cm = 3,22247 m

Batang 3 = 652,534 cm = 6,52534 m

Batang 5 = 1147,672 cm = 11,47672 m

Batang 6 = 9 = 492,18 cm = 4,9218 m

Batang 7 = 8 = 662,52 cm = 6,6252 m



**Gambar 4.4 Panjang Batang Kuda-kuda**

#### 4.3.3.3 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda

##### a. Beban Mati

###### ➤ Beban kuda-kuda

Profil baja kuda-kuda Baja profil WF

Berat profil baja Baja profil WF 200.200.8.12= 49,9 kg/m

$P = \text{berat profil kuda-kuda} \times \text{panjang batang}$

Beban simpul tepi = ( Batang 1 +  $\frac{1}{2}$  batang 6 ) x berat profil kuda-kuda

$$= ( 0,75185 + \frac{1}{2} 4,9218 ) \times 49,6$$

$$= 160,3162 \text{ kg}$$

Beban simpul tengah = ( Batang 2 +  $\frac{1}{2}$  batang 6 +  $\frac{1}{2}$  batang 5 +  $\frac{1}{2}$  batang 7 )

x berat profil kuda-kuda

$$= ( 3,22247 + \frac{1}{2} 4,9218 + \frac{1}{2} 11,47672 + \frac{1}{2} 6,6252 ) \times$$

$$49,6$$

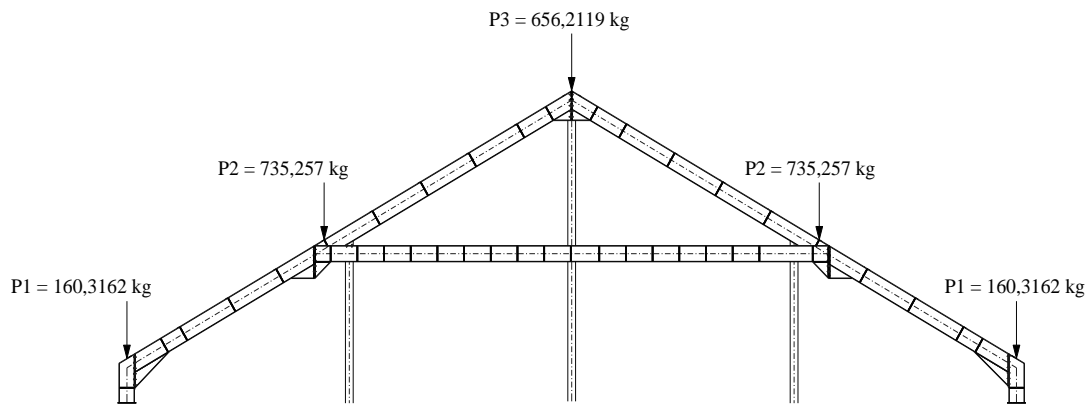
$$= 735,257 \text{ kg}$$

Beban simpul puncak = ( Batang 3 +  $\frac{1}{2}$  batang 7 +  $\frac{1}{2}$  batang 7 ) x berat profil

kuda-kuda

$$= ( 6,52534 + \frac{1}{2} 6,6252 + \frac{1}{2} 6,6252 ) \times 59,7$$

$$= 656,2119 \text{ kg}$$



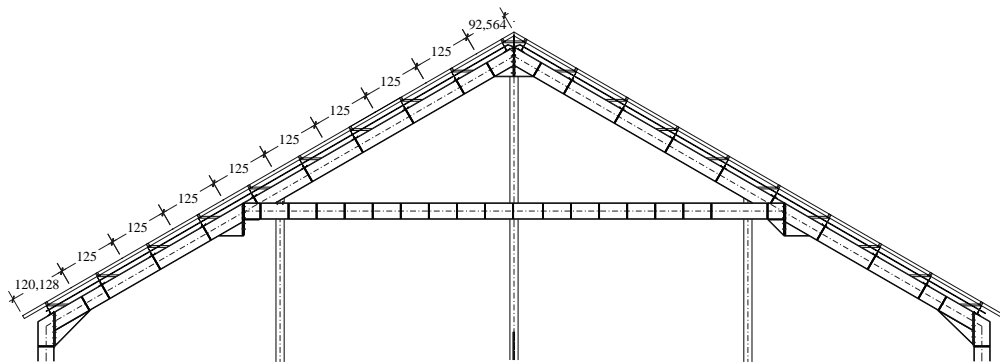
**Gambar 4.5 Beban Kuda-kuda**

➤ **Beban atap**

Berat atap zinalum =  $4,16 \text{ kg/m}^2$

Jarak antar kuda-kuda =  $5,0 \text{ m}$

$P = \text{berat atap} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \times \text{jarak antar gording}$

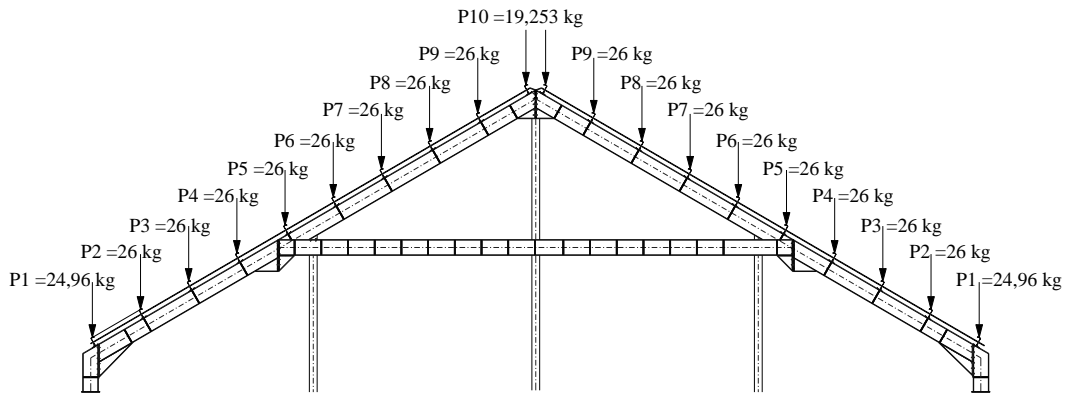


**Gambar 4.6 Panjang Pembebanan Atap ke Gording**

$P \text{ gording tepi} = 4,16 \times 5,0 \times 1,2 = 24,96 \text{ kg}$

$P \text{ gording tengah} = 4,16 \times 5,0 \times 1,25 = 26 \text{ kg}$

$P \text{ gording puncak} = 4,16 \times 5,0 \times 0,925 = 19,253 \text{ kg}$



**Gambar 4.7 Beban Atap di Setiap Gording**

Beban atap yang dipikul setiap titik simpul adalah sebagai berikut :

- Simpul tepi

Simpul tepi menanggung 1 P tepi dan 1 1/2 P tengah. Hal ini dikarenakan jumlah gording yang dibebani atap yang berada antara simpul tepi dan simpul tengah berjumlah 3 dan 1 diantaranya berada di tengah jarak antara simpul tepi dan simpul tengah sehingga 1/2 beban masing-masing dipikul simpul tepi dan simpul tengah.

$$\begin{aligned}
 P \text{ simpul tepi} &= P1 + P2 + 1/2 P3 \\
 &= 24,96 + 26 + (1/2 \cdot 26) \\
 &= 63,96 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Simpul tengah

Simpul tengah dibebani 1/2 P3, P4, P5, P6 & P7.

$$\begin{aligned}
 P \text{ Simpul tengah} &= 1/2 P3 + P4 + P5 + P6 + P7 \\
 &= 13 + 26 + 26 + 26 + 26 \\
 &= 117 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Simpul puncak

Simpul tengah dibebani P8, P9 & P10.

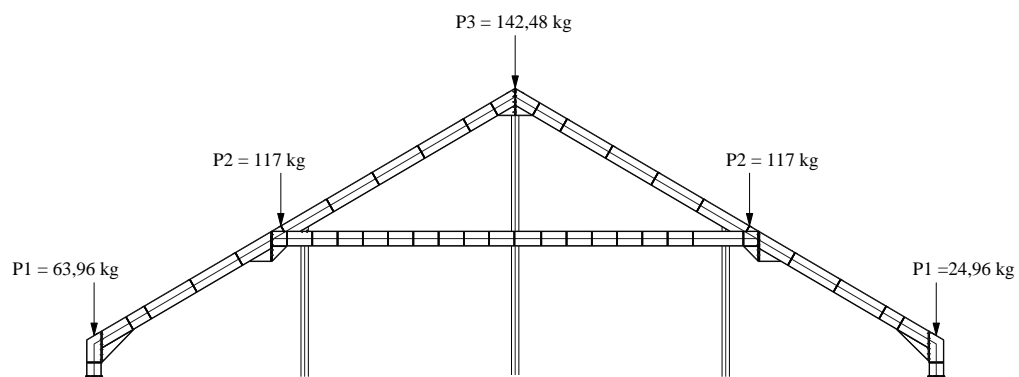
$$\begin{aligned}
 P \text{ Simpul tengah} &= 2 \times (P8 + P9 + P10) \\
 &= 2 \times (26 + 26 + 19,24) \\
 &= 142,48 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol

$$P \text{ simpul tepi} + P \text{ simpul tengah} + P \text{ simpul atas} = 2 \times (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10})$$

$$(63,96 \times 2) + (117 \times 2) + (71,24 \times 2) = 2 \times (24,96 + 26 + 26 + 26 + 26 + 26 + 26 + 26 + 26 + 19,253)$$

$$504,4 = 504,4 \text{ ( OK.... )}$$



**Gambar 4.8 Beban Atap pada Titik Simpul**

➤ **Beban gording**

Profil gording CNP = 200x 90 x 8

Berat gording = 30,3 kg/m

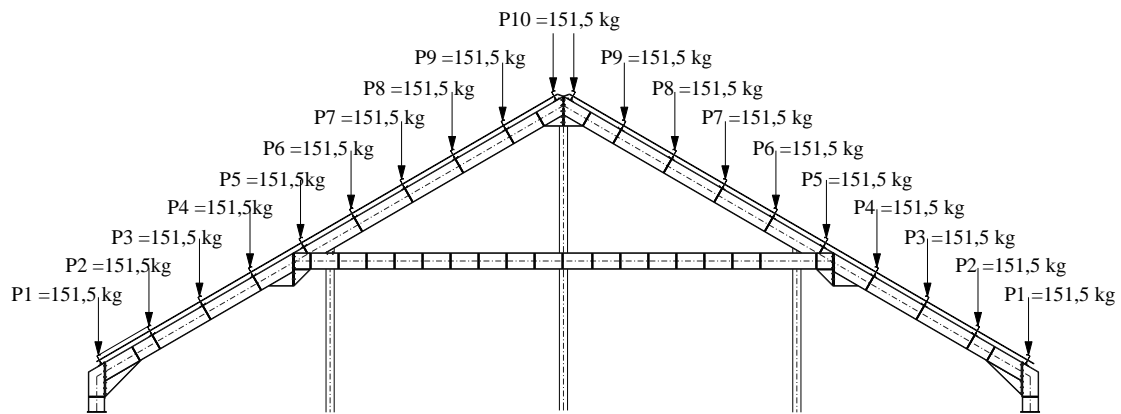
$P = \text{berat profil gording} \times \text{jarak antar kuda-kuda}$

$$P = 30,3 \times 5$$

$$= 151,5 \text{ kg}$$

Jadi berat 1 gording = 151,5 kg





**Gambar 4.9 Beban Gording**

Beban gording yang dipikul setiap titik simpul adalah sebagai berikut :

- Simpul tepi

Simpul tepi menanggung 1 P tepi dan 1 1/2 P tengah. Hal ini dikarenakan jumlah gording yang dibebani atap yang berada antara simpul tepi dan simpul tengah berjumlah 3 dan 1 diantaranya berada di tengah jarak antara simpul tepi dan simpul tengah sehingga 1/2 beban masing-masing dipikul simpul tepi dan simpul tengah.

$$\begin{aligned}
 P \text{ simpul tepi} &= P1 + P2 + 1/2 P3 \\
 &= 151,5 + 151,5 + (1/2 \cdot 151,5) \\
 &= 378,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Simpul tengah

Simpul tengah dibebani 1/2 P3, P4, P5, P6 & P7.

$$\begin{aligned}
 P \text{ Simpul tengah} &= 1/2 P3 + P4 + P5 + P6 + P7 \\
 &= (1/2 \cdot 151,5) + 151,5 + 151,5 + 151,5 + 151,5 \\
 &= 681,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Simpul puncak

Simpul tengah dibebani P8, P9 & P10.

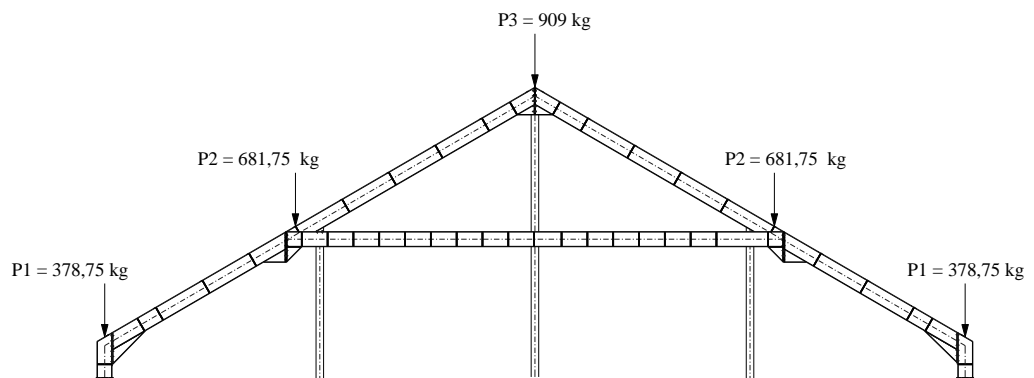
$$\begin{aligned}
 P \text{ Simpul tengah} &= 2 \times (P8 + P9 + P10) \\
 &= 2 \times (151,5 + 151,5 + 151,5) \\
 &= 909 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol

P simpul tepi + P simpul tengah + P simpul atas = P x jumlah gording

$$(378,75 \times 2) + (681,75 \times 2) + 909 = 151,5 \times 20$$

$$3030 = 3030 \text{ ( OK.... )}$$



**Gambar 4.10 Beban Gording pada Simpul**

**Tabel 4.7 Total Akibat Beban Sendiri**

	P1 ( kg )	P2 ( kg )	P3 ( kg )
Berat sendiri kuda-kuda	160,3162	735,257	656,2119
Beban atap	63,96	117	142,48
Beban gording	378,75	681,75	909
Beban total	603,0262	1534,007	1707,692

## b. Beban Mati

### ➤ Beban kuda-kuda

Profil baja kuda-kuda Baja profil WF

Berat profil baja Baja profil WF 200.200.8.12= 49,9 kg/m

$P = \text{berat profil kuda-kuda} \times \text{panjang batang}$

Beban simpul tepi = ( Batang 1 +  $\frac{1}{2}$  batang 6 ) x berat profil kuda-kuda

$$\begin{aligned} &= ( 0,75185 + \frac{1}{2} 4,9218 ) \times 49,6 \\ &= 160,3162 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban simpul tengah = ( Batang 2 +  $\frac{1}{2}$  batang 6 +  $\frac{1}{2}$  batang 5 +  $\frac{1}{2}$  batang 7 )

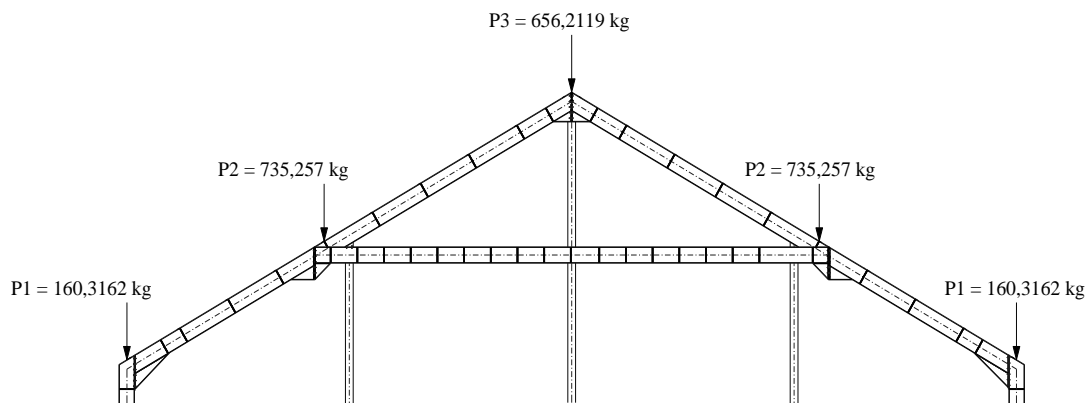
x berat profil kuda-kuda

$$\begin{aligned} &= ( 3,22247 + \frac{1}{2} 4,9218 + \frac{1}{2} 11,47672 + \frac{1}{2} 6,6252 ) \times \\ &49,6 \\ &= 735,257 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban simpul puncak = ( Batang 3 +  $\frac{1}{2}$  batang 7 +  $\frac{1}{2}$  batang 7 ) x berat profil

kuda-kuda

$$\begin{aligned} &= ( 6,52534 + \frac{1}{2} 6,6252 + \frac{1}{2} 6,6252 ) \times 59,7 \\ &= 656,2119 \text{ kg} \end{aligned}$$



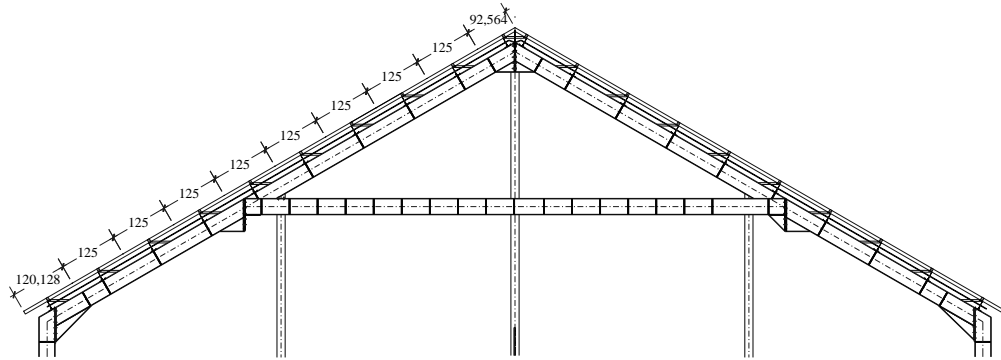
**Gambar 4.5 Beban Kuda-kuda**

➤ **Beban atap**

Berat atap zincalum =  $4,16 \text{ kg/m}^2$

Jarak antar kuda-kuda =  $5,0 \text{ m}$

$P = \text{berat atap} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \times \text{jarak antar gording}$

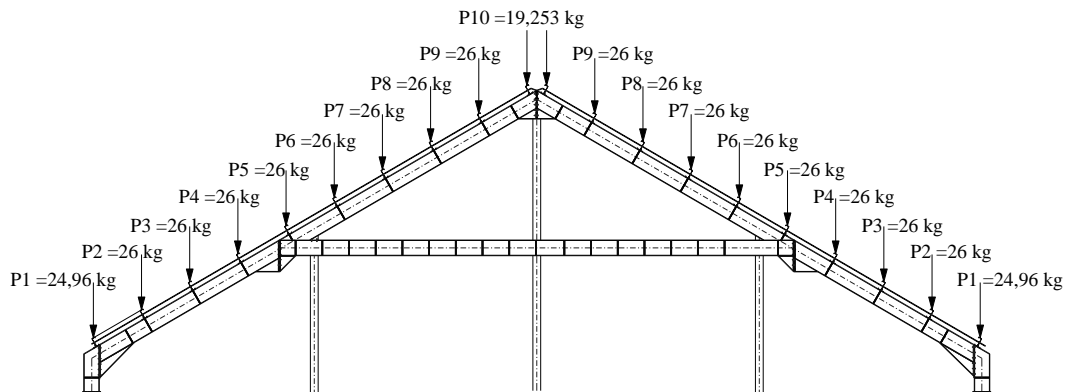


**Gambar 4.12 Panjang Pembebanan Atap ke Gording**

$P \text{ gording tepi} = 4,16 \times 5,0 \times 1,2 = 24,96 \text{ kg}$

$P \text{ gording tengah} = 4,16 \times 5,0 \times 1,25 = 26 \text{ kg}$

$P \text{ gording puncak} = 4,16 \times 5,0 \times 0,925 = 19,253 \text{ kg}$



**Gambar 4.13 Beban Atap di Setiap Gording**

Beban atap yang dipikul setiap titik simpul adalah sebagai berikut :

- **Simpul tepi**

Simpul tepi menanggung 1 P tepi dan 1 1/2 P tengah. Hal ini dikarenakan jumlah gording yang dibebani atap yang berada antara simpul tepi dan

simpul tengah berjumlah 3 dan 1 diantaranya berada di tengah jarak antara simpul tepi dan simpul tengah sehingga  $\frac{1}{2}$  beban masing-masing dipikul simpul tepi dan simpul tengah.

$$\begin{aligned} P \text{ simpul tepi} &= P1 + P2 + 1/2P3 \\ &= 24,96 + 26 + (1/2 \cdot 26) \\ &= 63,96 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Simpul tengah

Simpul tengah dibebani  $\frac{1}{2}$  P3, P4, P5, P6 & P7.

$$\begin{aligned} P \text{ Simpul tengah} &= \frac{1}{2} P3 + P4 + P5 + P6 + P7 \\ &= 13 + 26 + 26 + 26 + 26 \\ &= 117 \text{ kg} \end{aligned}$$

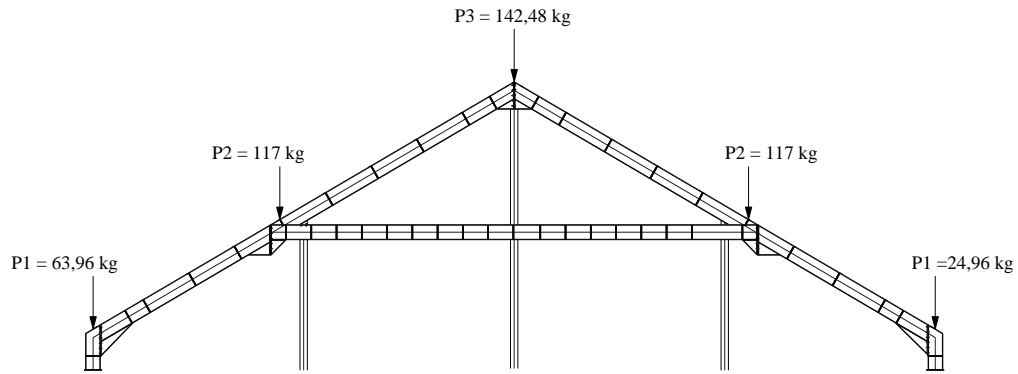
- Simpul puncak

Simpul tengah dibebani P8, P9 & P10.

$$\begin{aligned} P \text{ Simpul tengah} &= 2 \times (P8 + P9 + P10) \\ &= 2 \times (26 + 26 + 19,24) \\ &= 142,48 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kontrol

$$\begin{aligned} P \text{ simpul tepi} + P \text{ simpul tengah} + P \text{ simpul atas} &= 2 \times (P1 + P2 + P3 + P4 + \\ &P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10) \\ (63,96 \times 2) + (117 \times 2) + (71,24 \times 2) &= 2 \times (24,96 + 26 + 26 + 26 + 26 + 26 \\ &+ 26 + 26 + 26 + 19,253) \\ 504,4 &= 504,4 \text{ ( OK.... )} \end{aligned}$$



**Gambar 4.14 Beban Atap pada Titik Simpul**

➤ **Beban gording**

Profil gording Lip Channel = 250x80x5

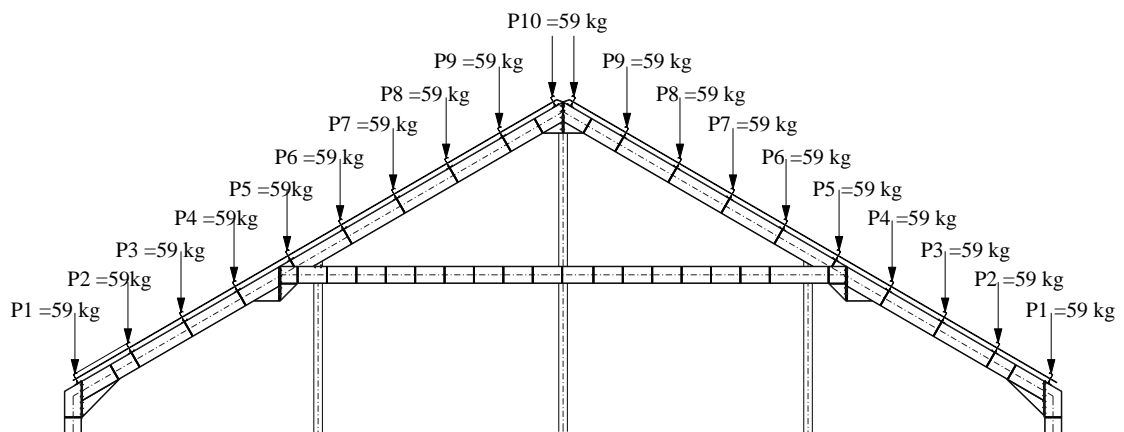
Berat gording = 11,8 kg/m

$P = \text{berat profil gording} \times \text{jarak antar kuda-kuda}$

$$P = 11,8 \times 5$$

$$= 59 \text{ kg}$$

Jadi berat 1 gording = 59 kg



**Gambar 4.15 Beban Gording**

Beban gording yang dipikul setiap titik simpul adalah sebagai berikut :

- **Simpul tepi**

Simpul tepi menanggung 1 P tepi dan 1 1/2 P tengah. Hal ini dikarenakan jumlah gording yang dibebani atap yang berada antara simpul tepi dan simpul tengah berjumlah 3 dan 1 diantaranya berada di tengah jarak antara

simpul tepi dan simpul tengah sehingga  $\frac{1}{2}$  beban masing-masing dipikul simpul tepi dan simpul tengah.

$$\begin{aligned} P \text{ simpul tepi} &= P_1 + P_2 + \frac{1}{2}P_3 \\ &= 59 + 59 + (\frac{1}{2} 59) \\ &= 147,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Simpul tengah

Simpul tengah dibebani  $\frac{1}{2}$  P3, P4, P5, P6 & P7.

$$\begin{aligned} P \text{ Simpul tengah} &= \frac{1}{2} P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 \\ &= (\frac{1}{2} 59) + 59 + 59 + 59 + 59 \\ &= 265,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Simpul puncak

Simpul tengah dibebani P8, P9 & P10.

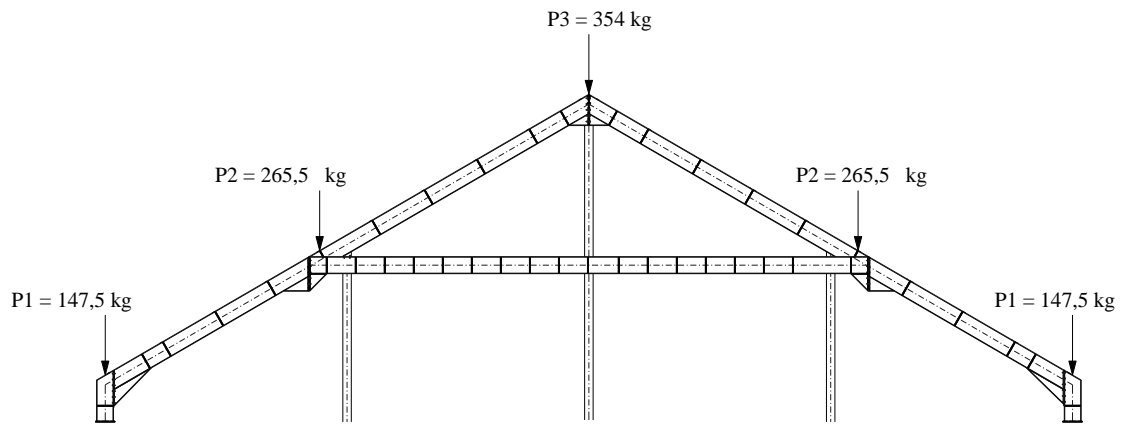
$$\begin{aligned} P \text{ Simpul tengah} &= 2 \times (P_8 + P_9 + P_{10}) \\ &= 2 \times (59 + 59 + 59) \\ &= 354 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kontrol

$P \text{ simpul tepi} + P \text{ simpul tengah} + P \text{ simpul atas} = P \times \text{jumlah gording}$

$$(147,5 \times 2) + (265,5 \times 2) + 354 = 59 \times 20$$

$$1180 = 1180 \text{ ( OK.... )}$$

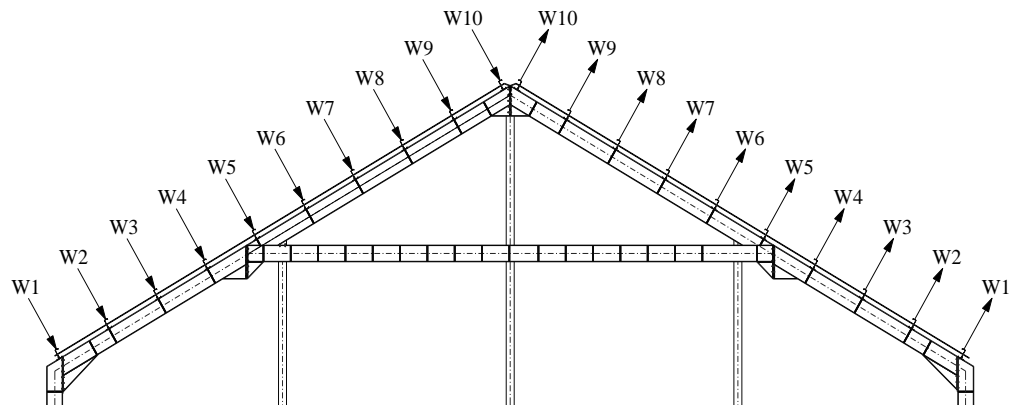


**Gambar 4.16 Beban Gording pada Simpul**

**Tabel 4.8 Total Akibat Beban Sendiri**

	P1 ( kg )	P2 ( kg )	P3 ( kg )
Berat sendiri kuda-kuda	160,3162	735,257	656,2119
Beban atap	63,96	117	142,48
Beban gording	147,5	265,5	354
Beban total	371,7762	1117,757	1152,692

**c. Beban angin**



**Gambar 4.17 Beban Angin**

- Beban angin tekan

$W = \text{tekanan angin } 25 \text{ kg/m}^2$

Jarak antar kuda-kuda = 5,0 m

$\alpha = 30^\circ$

Besar angin tekan =  $C1 = (0,02. \alpha - 0,4)$

$= (0,02 \times 30 - 0,4) \times 25$



$$= 14,8 \text{ kg/m}^2$$

$W = C1 \times \text{tek. Angin} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \times \text{jarak gording}$

$$W1 = 14,8 \times 5 \times ((0,5 \times 1,25) + 0,3629)$$

$$= 73,105 \text{ kg}$$

$$W2 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W3 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W4 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W5 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W6 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W7 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W8 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W9 = 14,8 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25)$$

$$= 92,5 \text{ kg}$$

$$W10 = 14,8 \times 5 \times ((0,5 \times 1,25) + 0,139)$$

$$= 56,536 \text{ kg}$$

Beban angin tekan yang dipikul setiap titik simpul adalah sebagai berikut :

- Simpul tepi

Simpul tepi menanggung W1, W2 dan  $\frac{1}{2}$  W3. W3 diambil  $\frac{1}{2}$  karena

letaknya berada di tengah antara simpul tepi dan simpul tengah. Maka simpul tepimenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned} W \text{ simpul tepi} &= W1 + W2 + \frac{1}{2} W3 \\ &= 73,105 + 92,5 + \frac{1}{2} 92,5 \\ &= 211,855 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Simpul tengah

Simpul tengah menanggung beban  $\frac{1}{2} W3$ ,  $W4$ ,  $W5$ ,  $W6$ ,  $W7$ .  $W3$  diambil  $\frac{1}{2}$  karena letaknya berada di tengah antara simpul tepi dan simpul tengah.

Maka simpul tengahmenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned} W \text{ simpul tengah} &= \frac{1}{2} W3 + W4 + W5 + W6 + W7 \\ &= \frac{1}{2} \times 92,5 + 92,5 + 92,5 + 92,5 + 92,5 \\ &= 416,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Simpul puncak

Simpul tengah menanggung beban  $W8$ ,  $W9$ ,  $W10$ .

Maka simpul tengahmenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned} W \text{ simpul puncak} &= W8 + W9 + W10 \\ &= 92,5 + 92,5 + 56,536 \\ &= 241,536 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kontrol

$$W \text{ simpul tepi} + W \text{ simpul tengah} + W \text{ simpul atas} = W1 + W2 + W3 + W4 + W5 + W6 + W7 + W8 + W9 + W10$$

$$211,855 + 416,25 + 241,536 = 73,105 + 92,5 + 92,5 + 92,5 + 92,5 + 92,5 + 92,5 + 92,5 + 92,5 + 56,536$$

$$869,641 = 869,641 \text{ ( OK.... )}$$

- Beban angin hisap

$$\begin{aligned}\text{Besar angin hisap} &= C2 &= (-0,4 \times W) \\ & &= (-0,4 \times 25) = -10 \text{kg/m}^2\end{aligned}$$

$W = C2 \times \text{tek. Angin} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \times \text{jarak gording}$

$$\begin{aligned}W1 &= -10 \times 5 \times ((0,5 \times 1,25) + 0,3629) \\ &= -49,395 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W2 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W3 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W4 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W5 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W6 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W7 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W8 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W9 &= -10 \times 5 \times (0,5 \times 1,25 + 0,5 \times 1,25) \\ &= -62,5 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W10 &= -10 \times 5 \times ((0,5 \times 1,25) + 0,139) \\ &= -38,2 \text{ kg}\end{aligned}$$

Beban angin hisap yang dipikul setiap titik simpul adalah sebagai berikut :

- Simpul tepi

Simpul tepi menanggung W1, W2 dan  $\frac{1}{2}$  W3. W3 diambil  $\frac{1}{2}$  karena letaknya berada di tengah antara simpul tepi dan simpul tengah. Maka simpul tepimenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned}W \text{ simpul tepi} &= W1 + W2 + \frac{1}{2} W3 \\&= -49,395 + (-62,5) + \frac{1}{2} (-62,5) \\&= -143,145 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Simpul tengah

Simpul tengah menanggung beban  $\frac{1}{2}$  W3, W4, W5, W6, W7. W3 diambil  $\frac{1}{2}$  karena letaknya berada di tengah antara simpul tepi dan simpul tengah.

Maka simpul tengahmenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned}W \text{ simpul tengah} &= \frac{1}{2} W3 + W4 + W5 + W6 + W7 \\&= \frac{1}{2}(-62,5) + (-62,5) + (-62,5) + (-62,5) + (-62,5) \\&= -281,25 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Simpul puncak

Simpul tengah menanggung beban W8, W9, W10.

Maka simpul tengahmenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned}W \text{ simpul puncak} &= W8 + W9 + W10 \\&= (-62,5) + (-62,5) + (-38,2) \\&= -163,2 \text{ kg}\end{aligned}$$

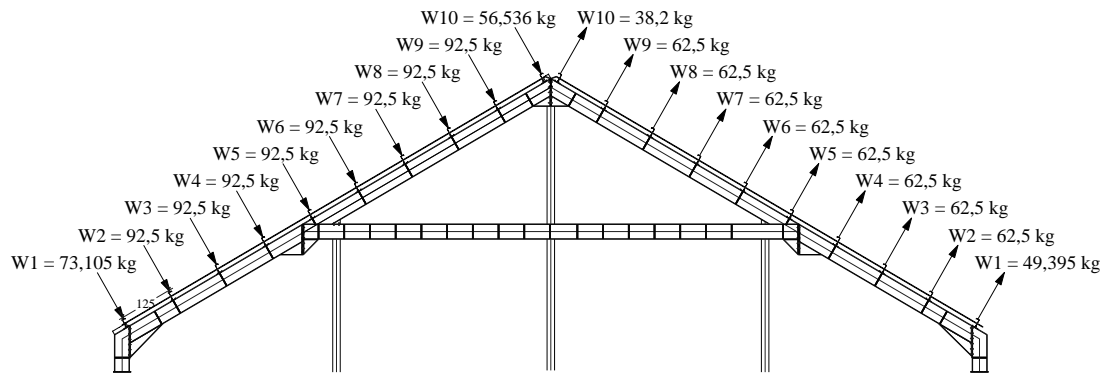
Kontrol

$$\begin{aligned}W \text{ simpul tepi} + W \text{ simpul tengah} + W \text{ simpul atas} &= W1 + W2 + W3 + \\&W4 + W5 + W6 + W7 + W8 + W9 + W10\end{aligned}$$

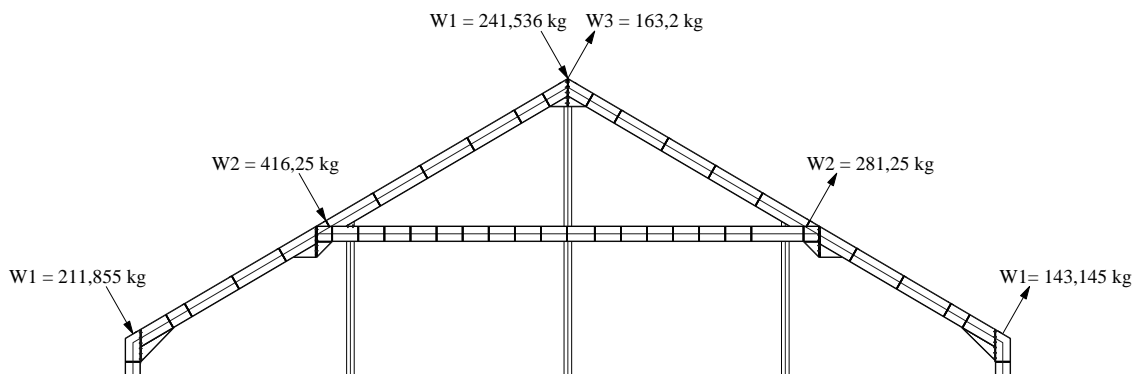
$$(-143,145) + (-281,25) + (-163,2) = (-49,395) + (-62,5) + (-62,5) + (-62,5)$$

$$+ (-62,5) + (-62,5) + (-62,5) + (-62,5) + (-62,5) + (-38,2)$$

$$587,595 = 587,595 \text{ ( OK.... )}$$



**Gambar 4.18 Beban Angin pada Bekerja pada Gording**

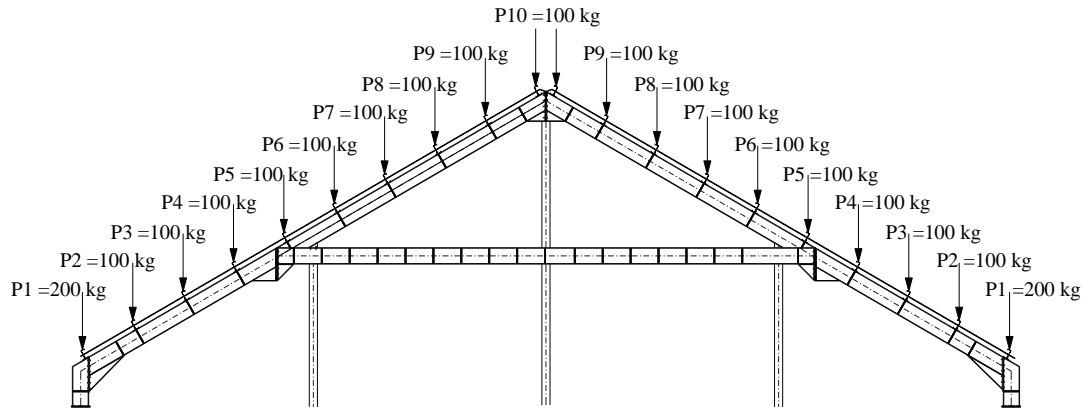


**Gambar 4.19 Beban Angin pada Bekerja pada Simpul**

**d. Perhitungan Beban Hidup /Kebetulan yang Bekerja**

Untuk Gording tepi =  $P = 200 \text{ kg}$

Untuk gording tengah dan puncak =  $P = 100 \text{ kg}$



**Gambar 4.20 Beban Hidup yang Bekerja pada Gording**

Beban angin hidup / kebetulan yang bekerja di setiap titik simpul adalah sebagai berikut :

- Simpul tepi

Simpul tepi menanggung W1, W2 dan  $\frac{1}{2}$  W3. W3 diambil  $\frac{1}{2}$  karena letaknya berada di tengah antara simpul tepi dan simpul tengah. Maka simpul tepimenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned} W \text{ simpul tepi} &= W1 + W2 + \frac{1}{2} W3 \\ &= 200 + 100 + \frac{1}{2} 100 \\ &= 350 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Simpul tengah

Simpul tengah menanggung beban  $\frac{1}{2}$  W3, W4, W5, W6, W7. W3 diambil  $\frac{1}{2}$  karena letaknya berada di tengah antara simpul tepi dan simpul tengah.

Maka simpul tengahmenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned} W \text{ simpul tengah} &= \frac{1}{2} W3 + W4 + W5 + W6 + W7 \\ &= \frac{1}{2} \times 100 + 100 + 100 + 100 + 100 \\ &= 450 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Simpul puncak

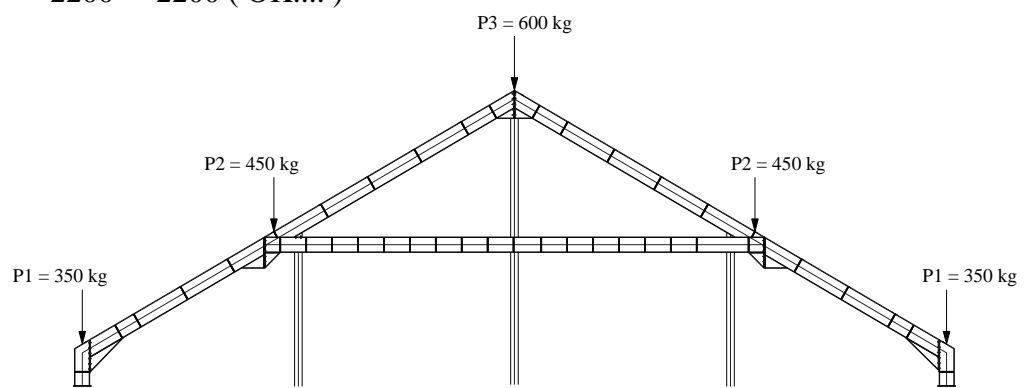
Simpul tengah menanggung beban W8, W9, W10.

Maka simpul tengahmenanggung beban angin sebesar :

$$\begin{aligned}
 W \text{ simpul puncak} &= W_8 + W_9 + W_{10} + W_{10} + W_9 + W_8 \\
 &= 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 \\
 &= 600 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol

$$\begin{aligned}
 W \text{ simpul tepi} + W \text{ simpul tengah} + W \text{ simpul atas} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \\
 &+ W_5 + W_6 + W_7 + W_8 + W_9 + W_{10} \\
 (2 \times 350) + (2 \times 450) + 600 &= (2 \times 200) + (18 \times 100) \\
 2200 &= 2200 \text{ ( OK.... )}
 \end{aligned}$$



**Gambar 4.21 Beban Hidup yang Bekerja pada Simpul**

#### e. Perhitungan Sambungan Las

Profil Kuda-kuda WF 200.200.8

$$\begin{aligned}
 \Phi.T_n &= 0,9 \times f_y \times A_g \\
 &= 0,9 \times 240 \times 1920 \\
 &= 41,472 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi.T_n &= 0,75 \times f_u \times A_g \\
 &= 0,75 \times 370 \times 1920 \\
 &= 53,280 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Diambil harga terkecil  $\Phi.T_n = 41,472 \text{ ton}$

Pilih ukuran las dan hitung  $\Phi.R_w$

Ukuran minimum = 4 mm (tabel Ukuran minimum las LRFD)

$$\begin{aligned}\text{Ukuran maksimum} &= 10 - 1,6 \\ &= 8,4 \text{ mm}\end{aligned}$$

Pakai ukuran las 4 mm

$$\begin{aligned}\Phi.R_w &= \Phi \times t_e \times 0,6 \times f_y \\ &= 0,75 \times (0,707 \times 4) \times 0,6 \times 240 \\ &= 305,424 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Max } \Phi.R_w &= \Phi \times t \times 0,6 \times f_u \\ &= 0,75 \times 10 \times 0,6 \times 370 \\ &= 1665 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

Menentukan ukuran las

$$\begin{aligned}F_2 &= \Phi.R_{nw} \times L_{w2} \\ &= 305,424 \times 200 \\ &= 6,108 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_1 &= \frac{T \times e}{d} - \frac{f_2}{2} \\ &= \frac{41,472 \times 36}{200} - \frac{6,108}{2} \\ &= 4,411 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_3 &= T - F_1 - F_2 \\ &= 41,472 - 4,411 - 6,108 \\ &= 30,953 \text{ ton}\end{aligned}$$



$$Lw1 = \frac{F1 \times 10^4}{\Phi.Rw}$$

$$= \frac{4,411 \times 10^4}{305,424}$$

$$= 144,413$$

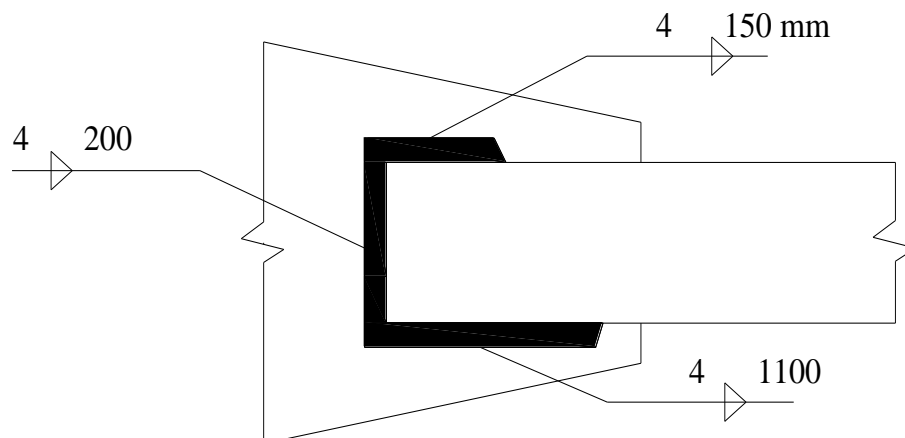
$$= 150 \text{ mm}$$

$$Lw1 = \frac{F3}{\Phi.Rw}$$

$$= \frac{30,953 \times 10^4}{305,424}$$

$$= 1013,437$$

$$= 1100 \text{ mm}$$



#### 4.3.3.4 Perencanaan Dimensi Usulan A

**Tabel 4.9 Dimensi Baja WF (Usulan A) untuk kuda-kuda**

Standart Sectional Index				Section Area	Unit Weight	Radius Of Gyration	
A X B Mm x mm	t <sub>1</sub> mm	t <sub>2</sub>	r	A cm <sup>2</sup>	kg/m	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>
200x200	8	12	13	63,53	49,9	8,62	5,02

*Sumber: hasil analisa*

**Tabel 4.10 Dimensi Baja Canal (Usulan A) untuk Gording**

Standart Sectional Index			Section Area	Unit Weight	Center of Gravity	
A x B Mm x mm	t <sub>1</sub> mm	t <sub>2</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	kg/m	Cx	Cy
200x90	8	13,5	48,57	30,3	0	2,77

*Sumber: hasil analisa*

#### 4.3.3.5 Perencanaan Dimensi Usulan B

**Tabel 4.11 Dimensi Baja WF (Usulan B) untuk kuda-kuda**

Standart Sectional Index				Section Area	Unit Weight	Radius Of Gyration	
A X B Mm x mm	t <sub>1</sub> mm	t <sub>2</sub>	r	A cm <sup>2</sup>	kg/m	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>
200x200	8	12	13	63,53	49,9	8,62	5,02

*Sumber: hasil analisa*

**Tabel 4.12 Dimensi Baja profil Lip Channel (Usulan B) untuk Gording**

Designation Serial Size	Standart Section Index			Section Area	Unit Weight	Center of Gravity	
B x A x C mm	B mm	A mm	C mm	A cm <sup>2</sup>	kg/m	Cx cm	Cy cm
250x80x5	250	80	5	15,47	12,1	0	0,91

*Sumber: hasil analisa*

Untuk perhitungan dimensi yang digunakan baik dimensi profil kuda-kuda dan profil gording dari alternatif-alternatif yang ada diajukan yaitu alternatif A menggunakan kuda-kuda profil Double Angel dan gording profil Canal serta Alternatif B menggunakan kuda-kuda profil Double Angel dan gording profil Lip

Channel dengan menggunakan Program bantu teknik sipil yaitu Staad Pro 2004. Lebih lengkapnya ada pada lampiran yang di sediakan.

#### **4.3.4 Analisa Penilaian Dengan Kriteria Biaya ( LCC)**

Analisa biaya daur hidup digunakan sebagai cara untuk memberikan perkiraan anggaran dari setiap pemecahan yang diberikan. Prinsip dasar dari rekayasa nilai adalah mengekspresikan seluruh biaya alternatif desain dalam bentuk biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*).

Biaya-biaya yang relevan atau biaya yang dikeluarkan selama masa investasi antara lain:

1. *Initial Cost* yang merupakan biaya awal yang dikeluarkan pada saat pelaksanaan konstruksi. Untuk initial cost diambil dari analisa biaya desain awal dengan harga satuan sesuai peraturan pemerintah setempat.
2. *Operasional* merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan karena pemakaian tenaga kerja misalnya.
3. *Maintenance* merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan sesuai rencana selang waktu tertentu untuk penggantian item. Cost maintenance merupakan hal yang spesifik tapi bukan prioritas tertinggi.
4. *Replacement* merupakan biaya penggantian atas suatu item dimana diluar yang kita rencanakan harus diganti. Pada saat habis masa investasi diasumsikan tidak ada penggantian-penggantian.
5. *Energy Cost* adalah biaya yang keluar akibat pemakaian daya/energi.
6. Nilai sisa merupakan harga yang ada pada saat penghabisan masa investasi (termasuk biaya pemindahan). Diasumsikan bahwa setelah habis masa investasi tidak terdapat nilai sisa karena item yang dianalisa diasumsikan tidak dijual lagi.

Setelah semua biaya yang relevan dimasukan maka analisa dengan membawa semua biaya yang ada kedalam nilai present veluenya dengan bunga 3% dan masa investasi 20 tahun.

#### A. Analisa Biaya untuk Usulan A

**Tabel 4.13 Perhitungan RAB Dengan Usulan A**

No B	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Kuda-Kuda					
1	Pasangan Kuda-Kuda	15395,65	Kg	13.500	207.841.235
2	Sambungan Las	11547	Kg	1.717	19.826.199
	Total				227.667.433
Gording					
1 a	Gording UNP 200x90x8	22143,54	Kg	13,500	298.937.831
2	Sambungan Las	1544	Cm	1.717	2.651.048
				Total	301.588.878

*Sumber: hasil analisa*

M

Maintenance: Pengecetan setiap 4 tahun sekali

**Tabel 4.14 Biaya Maintenance Dengan Usulan A**

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Meni Zincromate kuda-kuda	201,758	m <sup>2</sup>	43.179,25	8.711.759,122
2	Meni Zincromate Gording	156,859	m <sup>2</sup>	43.179,25	6.773.053,976

*Sumber: hasil analisa*

## B. Analisa Biaya untuk Usulan B

**Tabel 4.15 Perhitungan RAB Dengan Usulan B**

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Kuda-Kuda					
1	Pasangan Kuda-Kuda	15395,65	Kg	13.500	207.841.235
2	Sambungan Las	11547	Kg	1.717	19.826.199
	Total				227.667.433
Gording					
1	Gording CS 250x80x20x5	8842,801	Kg	13.500	119.377.814
2	Sambungan Las	1544	Cm	1.717	2.651.048
				Total	122.715.662

*Sumber: hasil analisa*

Biaya Maintenance: Pengecetan setiap 4 tahun sekali

**Tabel 4.16 Biaya Maintenance Dengan Usulan B**

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Meni Zincromate kuda-kuda	201,758	m <sup>2</sup>	43.179,25	8.711.759,122
2	Meni Zincromate Gording	156,859	m <sup>2</sup>	43.179,25	6.773.053,976

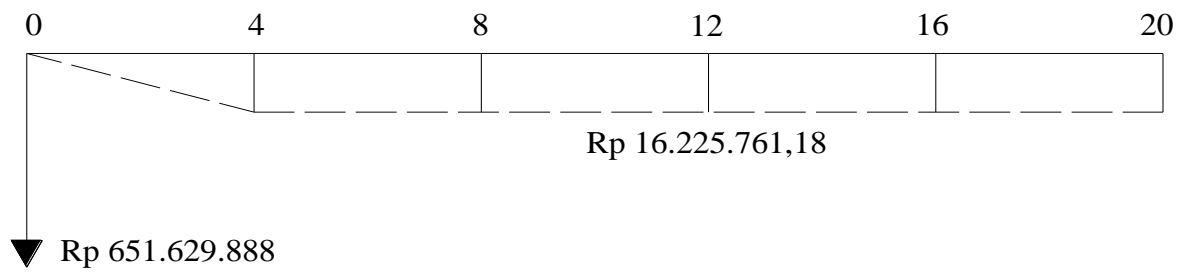
*Sumber: hasil analisa*

**Tabel 4.17 Perbandingan Analisa Biaya Pekerjaan Atap**

No	Item Pekerjaan	Desain Awal (Rp)	Usulan A (Rp)	Usulan B (Rp)
<b>Pekerjaan Baja</b>				
1	Pasangan Kuda-kuda	297.089.091	227.667.433	227.667.433
2	Pasangan Gording	341.361.351	301.588.878	122.715.662
3	Pasangan Ikatan Angin	4.650.239	4.650.239	4.650.239
4	Pasangan Nok Baja	4.285.820	4.285.820	4.285.820
5	Pasangan Trek Stang	4.243.388	4.243.388	4.243.3878
<b>Jumlah Pekerjaan Baja</b>		651.629.888	542.435.759	363.562.542
<b>Pekerjaan Penutup Atap</b>				
1	Genteng keramik glazur	19.808.500,000	19.808.500,000	19.808.500,000
2	Bubungan genteng keramik glazur	794.070,000	794.070,000	794.070,000
<b>Jumlah Pekerjaan Penutup Atap</b>		20.602.570,000	20.602.570,000	20.602.570,000
<b>Biaya Maintenance (setiap 4 tahun sekali)</b>				
1	Meni Zimcromate Pasangan Kuda-kuda	8.711.759,122	8.711.759,122	8.711.759,122
2	Meni Zimcromate Pasangan Gording	6.773.053,976	6.773.053,976	6.773.053,976
3	Meni Zimcromate Pasangan Ikatan Angin	664.056,41	664.056,41	664.056,41
4	Meni Zimcromate Pasangan Nok Baja	31.256,55	31.256,55	31.256,55
5	Meni Zimcromate Pasangan Trek Stang	45.635,12	45.635,12	45.635,12
<b>Jumlah Pekerjaan Pengecetan</b>		16.225.761,18	16.225.761,18	16.225.761,18

*Sumber: hasil analisa*

### Desain Awal



$$F_1 = P \times (F/P.i\%.n)$$

$$= 651.629.888 \times (1,8061)$$

$$= 1.176.908.742$$

$$F_2 = P \times (F/P.i\%.n)$$

$$= 16.225.761,18 \times (1,8061)$$

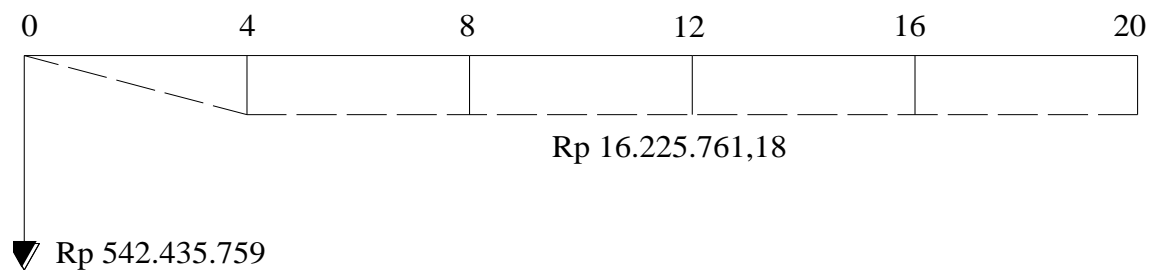
$$= 29.305.347$$

$$FV = F_1 + F_2$$

$$= 1.176.908.742 + 29.305.347$$

$$= 1.206.214.089$$

### Usulan A



$$F_1 = P \times (F/P.i\%.n)$$

$$= 542.435.759 \times (1,8061)$$

$$= 979.693.224$$

$$F_2 = P \times (F/P.i\%.n)$$

$$= 16.225.761,18 \times (1,8061)$$

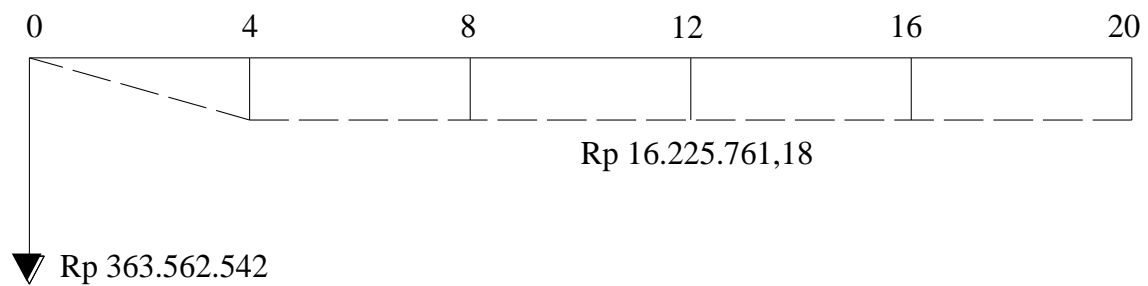
$$= 29.305.347$$

$$FV = F_1 + F_2$$

$$= 979.693.224 + 29.305.347$$

$$= 1.008.998.571$$

### Usulan B



$$F_1 = P \times (F/P.i\%.n)$$

$$= 363.562.542 \times (1,8061)$$

$$= 656.630.307$$

$$F_2 = P \times (F/P.i\%.n)$$

$$= 16.225.761,18 \times (1,8061)$$

$$= 29.305.347$$

$$FV = F_1 + F_2$$

$$= 656.630.307 + 29.305.347$$

$$= 685.935.654$$



**Tabel 4.18 Hasil Perbandingan Nilai FV**

No	Alternatif	Nilai FV (Rp)
1	Desain Awal	1.206.214.089
2	Usulan A	1.008.998.571
3	Usulan B	685.935.654

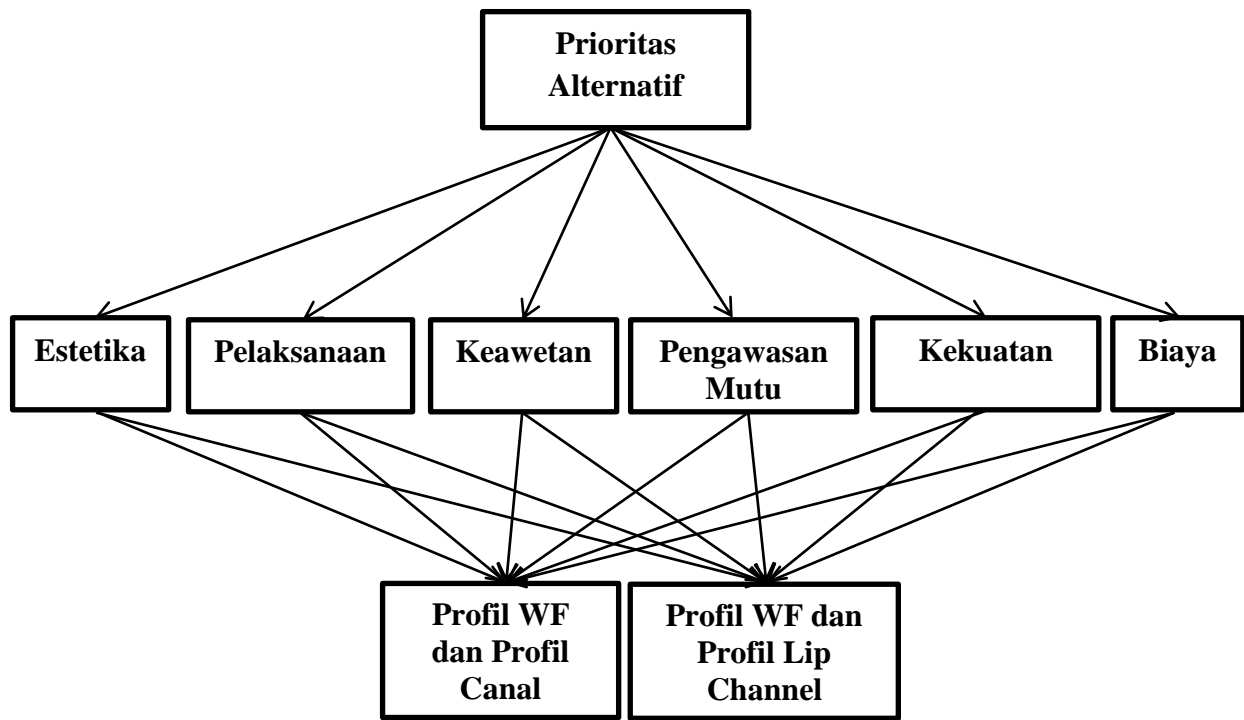
*Sumber: hasil analisa*

#### **4.3.5 Analisa Penilaian Dengan Kriteria Non Biaya**

Untuk analisa penilaian dengan kriteria non biaya disini digunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) dengan suatu model hirarki fungsional dengan input utama persepsi manusia. Dengan suatu hirarki, suatu masalah yang kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan kedalam kelompok-kelompoknya. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki.

Pada dasarnya langkah-langkah dalam metode AHP meliputi:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hirarkhi yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah.



**Gambar 4.22 Struktur Hierarki Lengkap**

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan “Judgment” dari pengambilan keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya.

**Tabel 4.19 Skala Penilaian Pasangan**

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari pada yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting daripada satu elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang membedakan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara dua pilihan
Kabalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i	

4. Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh judgment seluruhnya sebanyak  $n \times \{ (n-1) / 2 \}$  buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
5. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.
6. Mengulangi langkah 3, 4 dan 5 untuk seluruh tingkat hirarkhi.
7. Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai vektor eigen merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintesis judgment dalam penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarkhi terendah sampai pencapaian tujuan.

8. Memeriksa konsistensi hirarkhi, jika nilainya lebih dari 10 %, maka penilaian data judgment harus diperbaiki.
9. Penilaian alternatif atas kriteria.

Setelah penyusunan hirarki selesai maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan antara elemen-elemen dengan memperhatikan pengaruh elemen lain pada level di atasnya. Perbandingan pertama dilakukan pada level kriteria dengan memperhatikan level tujuan.

**Tabel 4.20 Penentuan Bobot Kriteria**

Rata - rata geometrik terhadap kriteria pada pekerjaan struktur Atap																			
No.	Identitas Responden				Nilai														
	Kode Responden	Usia	Pengalaman	Pendidikan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		(Thn)	(Thn)		A - B	A - C	A - D	A - E	A - F	B - C	B - D	B - E	B - F	C - D	C - E	C - F	D - E	D - F	E - F
1	Responden A	46-55	> 10	S2	5	1/5	1	1/5	5	1	1	1	1	1	1	1	1/6	1	2
2	Responden B	45-55	> 10	S2	1	1/3	5	1/5	5	1/5	1	1/5	5	7	1	7	1	5	5
3	Responden C	25-35	5 - 7	D - III	1	5	1	1/3	3	1	1	1	1	1	1	1	1/5	5	2
4	Responden D	25-35	8 - 10	S1	5	1/3	1	1/3	3	1	1	1/5	1	1	1	1	1/6	5	2
Rata - rata geometrik					3,00	1,47	2,00	0,27	4,00	0,80	1,00	0,60	2,00	2,50	1,00	2,50	0,38	4,00	2,75

*Sumber: hasil analisa*

**Tabel 4.21 Perbandingan Kriteria**

Tujuan		Kriteria					
		A	B	C	D	E	F
Kriteria	A	1,00	3,00	1,47	2,00	0,27	4,00
	B	0,33	1,00	0,80	1,00	0,60	2,00
	C	0,68	1,25	1,00	2,50	1,00	2,50
	D	0,50	1,00	0,40	1,00	0,38	4,00
	E	3,75	1,67	1,00	2,61	1,00	2,75
	F	0,25	0,50	0,40	0,25	0,36	1,00
Jumlah		6,52	8,42	5,07	9,36	3,61	16,25

**Tabel 4.22 Normalisasi Kriteria**

Tujuan		Kriteria						Jumlah	Bobot
		A	B	C	D	E	F		
Kriteria	A	0,153	0,356	0,289	0,214	0,074	0,246	1,333	0,222
	B	0,051	0,119	0,158	0,107	0,166	0,123	0,724	0,121
	C	0,105	0,149	0,197	0,267	0,277	0,154	1,148	0,191
	D	0,077	0,119	0,079	0,107	0,106	0,246	0,734	0,122
	E	0,576	0,198	0,197	0,279	0,277	0,169	1,696	0,283
	F	0,038	0,059	0,079	0,027	0,101	0,062	0,366	0,061
Jumlah		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	6,000	1,000

*Sumber: hasil analisa*

Berdasarkan hasil survey didapat jumlah penilaian alternatif berdasarkan 6

kriteria, yaitu :

Alternatif	Kriteria					
	Estetika	Teknis	Keawetan	Pengawasan	Kekuatan	Biaya
		Pelaksanaan		Mutu		
Profil WF dan profil cannal	7	16	13	13	14	8
Profil WF dan profil Lip Channel	7	15	12	13	14	6
Jumlah	14	31	25	26	28	14

*Sumber: hasil analisa*

Setelah semua matriks pada level tiga selesai diperbandingkan semua prioritas secara lokalnya. Langkah berikut adalah melakukan operasi perkalian antara matriks yang memuat prioritas lokasi tersebut sehingga pada akhirnya di dapatkan suatu prioritas global.

**Tabel 4.23 Bobot Prioritas Global**

Alternatif	Kriteria							
	Estetika	Teknis	Keawetan	Pengawasan	Kekuatan	Biaya	Total	
		Pelaksanaan		Mutu			Skor	Rangking
Bobot	0,222	0,121	0,191	0,122	0,283	0,061		
Profil WF dan profil cannal	7	16	13	13	14	8	12,007	1
Profil WF dan profil Lip Channel	7	15	12	13	14	6	11,573	2

*Sumber: hasil analisa*

Dengan melihat hasil pembobotan prioritas global, kita ambil nilai prioritas yang terbesar sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan berdasarkan analisa non biaya solusi usulan A sebagai pilihan

- Pasangan Kuda-kuda : Menggunakan Baja Profil WF 200.200.8.12
- Pasangan Gording : Menggunakan Baja Profil Canal 200.90.8

**Tabel 4.24 Hasil Perbandingan Analisa Pemilihan Alternatif dengan Biaya dan Non Biaya**

<b>Pasangan Kuda-Kuda dan Gording</b>	<b>Analisa Biaya (Rp)</b>	<b>Analisa Non Biaya</b>
Desail Awal	1.206.214.089	
Usulan A	1.008.998.571	Rangking 1
Usulan B	685.935.654	Rangking 2

*Sumber: hasil analisa*

Dapat disimpulkan bahwa:

- ❖ Peneliti memilih usulan A yaitu alternatif pengganti pasangan kuda-kuda dan pasangan gording yang pada desail awal menggunakan baja Profil WF 350.250. 8.12 untuk kuda-kuda dan baja profil Canal 250.90.9 diganti dengan usulan A yaitu memperkecil dimensi baja Profil WF 200.200.8.12 untuk kuda-kuda dan baja profil Canal 200.90.8 untuk gording, karena sesuai dengan analisa kriteria non biaya sehingga usulan A banyak disukai dari analisa biaya. Usulan A pun ada penghematan dari desain awal.

#### 4.4 Tahap Rekomendasi / Penyajian

Nama Proyek	: Pembangunan Gedung Laboratorium dan Poliklinik Hewan Fakultas Kedokteran Hewan	
Item Pekerjaan	: Pekerjaan Atap	
Rencana Awal	: - Kuda-kuda Profil Baja WF 350.250.8.12 - Gording Profil Canal 250.90.9	
Usulan	: - Kuda-kuda Profil Baja WF 200.200.8.12 - Gording Profil Canal 200.90.8	
Dasar Pertimbangan	: 1. Penghematan Biaya	4. Keawetan
	: 2. Nilai Estetika	5. Pengawasan Mutu
	: 3. Teknik Pelaksanaan	6. Kekuatan

Penghematan yang diperoleh:

Pekerjaan atap pada item pasangan kuda-kuda yang menggunakan baja profil WF 350.250.8.12 dan item pasangan gording yang menggunakan baja Canal 250.90.8 diganti dengan pasangan kuda-kuda menggunakan baja profil WF 200.200.8.12 dan item pasangan gording menggunakan baja profil Canal 200.90.8 yang lebih murah yaitu sebesar Rp. 1.008.998.571. Besar penghematan yang dihasilkan adalah Rp. 197.215.518 dari total biaya pekerjaan atap. Sehingga usulan alternatif pasangan kuda-kuda dan gording dapat diusulkan sebagai pengganti dari rencana awal.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan Value Engineering pada item pekerjaan pada pekerjaan atap proyek pembangunan gedung laboratorium dan poliklinik hewan fakultas kedokteran hewan universitas brawijaya malang dengan berpedoman pada rencana kerja Value Engineering didapat hasil sebagai berikut:

1. Item pekerjaan dari gedung yang dilakukan Rekayasa Nilai
  - Pasangan Kuda-kuda : Baja Profil WF (350x250x8x12)
  - Pasangan Gording : Baja Profil Canal (250x90x9)
2. Alternatif pengganti pada pasangan kuda-kuda dan pasangan gording yang efisien dan efektif adalah alternatif usulan A
  - Kuda-kuda : Baja Profil WF (200x200x8x12)
  - Gording : Baja Profil Canal (200x90x8)
3. Besar penghematan yang diperoleh:

Pekerjaan atap pada item pasangan kuda-kuda yang menggunakan baja profil WF 350.250.8.12 dan item pekerjaan pasangan gording yang menggunakan baja profil Canal 250.90.9 dengan nilai Rp.638.450.442 diganti dengan pasangan kuda-kuda menggunakan baja profil WF 200.200.8.12 dan pasangan gording menggunakan baja profil Canal 200.90.8 lebih murah yaitu sebesar Rp.529.256.312. Besar penghematan yang dihasilkan sebesar Rp.109.194.130 dari total biaya pekerjaan atap. Sehingga usulan alternatif pasangan kuda-kuda dan gording dapat diusulkan sebagai pengganti dari rencana awal.



## 5.2 Saran

Dari kesimpulan diatas maka saya mempunyai saran sebagai berikut:

1. Dalam merencanakan suatu proyek, maka pemilik proyek perlu mengikutsertakan konsultan Value Engineering agar dalam penyusunan anggaran didapat penghematan yang tinggi, ekonomis dan efisien.
2. Dalam merencanakan suatu pekerjaan konstruksi bangunan dibutuhkan perbandingan desain alternatif, baik dalam hal alternatif desail maupun alternatif material sehingga didapatkan perencanaan yang paling ekonomis.
3. Untuk mahasiswa yang mengambil skripsi value engineering, mahasiswa dapat mengembangkan ide kreatifnya dengan merekayasa nilai struktur atau struktur atas bangunan gedung dengan memperhatikan fungsinya.